



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**Diseño de una máquina mezcladora de alimento  
balanceado para pequeñas granjas ganaderas**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**AUTOR**

Eder Yuen LUQUE MENDOZA

**ASESOR**

Ing. Edgardo Aurelio MENDOZA ALTEZ

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Luque, E. (2019). *Diseño de una máquina mezcladora de alimento balanceado para pequeñas granjas ganaderas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## ACTA N°013-VDAP-FII-2019

### SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **lunes 06 de mayo de 2019**, a las 11:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

#### “DISEÑO DE UNA MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA PEQUEÑAS GRANJAS GANADERAS”

Que presenta el Bachiller:

**LUQUE MENDOZA EDER YUEN**

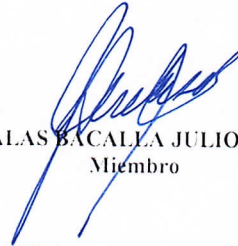
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Ordinaria**.


Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 12:00 Hrs. horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADO con la calificación promedio de 18 Dieciocho, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 06 de mayo del 2019

  
MG. RUIZ LIZAMA EDGAR CRUZ  
Presidente

  
MG. CALSENA MIRAMIRA WILLY HUGO  
Miembro

  
MG. SALAS BACALLA JULIO ALEJANDRO  
Miembro

  
ING. MENDOZA ALTEZ EDGARDO AURELIO  
Asesor

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres  
Isabel y Emeterio, por todo su  
esfuerzo, sacrificio y eterna  
confianza en mí.

Gracias por su apoyo  
incondicional.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi familia por su paciencia y apoyo incondicional.

Agradezco a mis amigos, a todos mis profesores y en especial a Lourdes Pisfil Colorado, por contribuir en la elaboración de esta tesis y en mi desarrollo personal y profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPITULO 1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACION .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema General .....	3
1.2.2. Problemas Específicos .....	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación .....	3
1.3.1. Justificación Teórica .....	4
1.3.2. Justificación Práctica .....	4
1.3.3. Justificación metodológica .....	4
1.4. Objetivos de la investigación .....	5
1.4.1. Objetivo General .....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
<b>CAPITULO 2 MARCO TEORICO .....</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	6
2.2. Bases teóricas.....	9
2.2.1. Diseño de Maquina Mezcladora .....	9

2.2.1.1.	Diseño .....	9
2.2.1.2.	Selección de Materiales.....	9
2.2.1.3.	Acero estructural ASTM A36 .....	9
2.2.1.4.	Dimensionamiento de materiales .....	9
2.2.1.5.	Potencia Eléctrica .....	10
2.2.1.6.	Torsión .....	10
2.2.1.7.	Esfuerzos normales para vigas en flexión .....	11
2.2.1.8.	Centroide de un área compuesta .....	12
2.2.1.9.	Teorema de los ejes paralelos o teorema de Steiner .....	13
2.2.1.10.	Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión.....	13
2.2.1.11.	Especificaciones Técnicas.....	14
2.2.1.12.	<i>Contenido de las especificaciones técnicas.</i> .....	14
2.2.1.13.	Elementos del costo.....	16
2.2.1.14.	Tipos de Mezcladoras.....	16
2.2.2.	Alimentos Balanceados .....	18
2.2.2.1.	Formulación de Raciones .....	19
2.2.3.	La Ganadería en el Perú.....	19
2.2.3.1.	Diagnóstico Situacional de la Actividad Ganadera .....	21
2.2.3.2.	Alimentación animal.....	22
2.2.3.3.	Homogeneidad del alimento balanceado .....	24
2.2.3.4.	Ahorro que origina el empleo de alimentos balanceados.....	25
2.2.3.5.	Tiempo de Mezclado.....	25
2.3.	Marco conceptual .....	26
<b>CAPITULO 3 METODOLOGIA.....</b>		<b>29</b>
2.3.	Formulación de Hipótesis.....	29
2.3.1.	Hipótesis General .....	29
2.3.2.	Hipótesis Específicas.....	29



2.4.	Variables .....	29
2.4.1.	Variable Independiente .....	29
2.4.2.	Variable Dependiente .....	30
2.5.	Diseño de la Investigación .....	30
2.5.1.	Tipo de Investigación .....	30
2.5.2.	Nivel de la Investigación .....	30
2.5.3.	Población y Muestra .....	30
2.5.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
2.5.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	31
<b>CAPITULO 4 DISEÑO DE MAQUINA MEZCLADORA .....</b>		<b>32</b>
4.1.	Materiales .....	32
4.2.	Calculo de potencia.....	32
4.3.	Dimensionar elementos de la máquina – Calculo estructural.....	34
4.3.1.	Diseño de la tolva .....	34
4.3.2.	Calculo de diámetro del eje. ....	41
4.3.3.	Calculo de diámetro de las varillas, largo 400 mm. ....	42
4.3.4.	Calculo del espesor de las hélices .....	43
4.3.5.	Calculo de cordón de soldadura en la base de la varilla de Dia. 3/4” pul. Soldado al eje de Dia. 2” pul.....	46
4.4.	Costos de la maquina .....	48
4.5.	Diferencia de costos entre alimento balanceado comprado vs alimento mezclado por la maquina mezcladora.....	53
4.6.	Planos de fabricación.....	59
4.7.	Especificaciones técnicas .....	59
4.8.	Prueba de homogeneidad.....	60
<b>CAPITULO 5 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....</b>		<b>68</b>
5.1.	Presentación de Resultados .....	68

5.2.	Contrastación de Hipótesis .....	68
5.2.1.	Contrastación de las hipótesis específicas:.....	68
5.2.2.	Contrastación de la hipótesis general:.....	70
5.3.	Discusión de Resultados.....	70
<b>CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>71</b>
6.1.	Conclusiones.....	71
6.2.	Recomendaciones .....	72
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>73</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>76</b>
Anexo n°. 1.	Momentos de inercia de formas geométricas comunes.....	76
Anexo n°. 2.	Centroides de áreas y líneas comunes. ....	77
Anexo n°. 3.	Propiedades típicas de materiales (unidades SI).....	78
Anexo n°. 4.	Propiedades típicas de materiales (unidades Americanas). ....	79
Anexo n°. 5.	Modelo de carga uniforme con apoyos simples. ....	80
Anexo n°. 6.	Esfuerzos cortantes permisibles en la garganta de soldadura. ....	81
Anexo n°. 7.	Cotización de materiales. ....	82
Anexo n°. 8.	Cotización de materiales para transmisión de potencia.....	83
Anexo n°. 9.	Cotización de motorreductor 4HP. ....	84
Anexo n°. 10.	Matriz de consistencia. ....	85
Anexo n°. 11.	Planos de fabricación. ....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 2.1. Desarrollo de la Ganadería en el Perú. ....	21
Tabla n.º 2. 2. Ejemplo de concentrado para vacas lecheras.....	22
Tabla n.º4.1 Elementos de tolva .....	48
Tabla n.º4.2 elementos de estructura soporte de tolva .....	48
Tabla n.º4.3. Elementos de estructura Eje - Hélices .....	49
Tabla n.º4.4. Elementos de estructura soporte de compuerta de salida .....	49
Tabla n.º4.5. Elementos de compuerta de salida. ....	50
Tabla n.º4.6. Elementos de estructura puerta de llenado. ....	50
Tabla n.º4.7. Elementos de estructura soporte de motorreductor. ....	51
Tabla n.º4.8. Motor y sistema de transmisión.....	51
Tabla n.º4.9. Resumen de Costo de materiales mano de obra y servicios .....	52
Tabla n.º4.10. Formulación de alimento en % para pollos en sus tres etapas.....	54
Tabla n.º4.11. Cantidades en Kg. de ingredientes para una campaña de 1386 pollos.....	55
Tabla n.º4.13. Costos de alimento balanceado preparado por una empresa comercializadora. ....	57
Tabla n.º4.14. Comparación de costos - alimento mezclado en granja vs comercial .....	57
Tabla n.º4.15. Datos de Flujo de caja proyectada. ....	57
Tabla n.º4.16. Flujo de caja proyectado 24 bimestres .....	58
Tabla n.º 4. 17. Peso de las muestras. ....	62
Tabla n.º 4. 18. Peso del elemento de prueba.....	63
Tabla n.º 4. 19. Tabla de concentraciones.....	64
Tabla n.º 4. 20. Concentraciones de las muestras para prueba de bondad de ajuste.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 2. 1.	Diagrama del esfuerzo de torsión.....	10
Figura n.º 2. 2.	Esfuerzos normales para viga en flexión.....	11
Figura n.º 2. 3.	Esfuerzo de tensión y compresión .....	12
Figura n.º 2. 4.	Centroide de un área compuesta. ....	12
Figura n.º 2. 5.	Teorema de ejes paralelos .....	13
Figura n.º 2. 6.	Áreas y segundo momento unitario del área en la garganta de soldadura.....	14
Figura n.º 2. 7.	Maquina mezcladora de cintas helicoidales .....	17
Figura n.º 2. 8.	Mezclador tipo vertical .....	18
Figura n.º 2. 9.	Mezcla de un Concentrado (Mezclado manual) .....	23
Figura n.º 2. 10.	Mezcla de un alimento balanceado de engorde (maquina mezcladora).....	23
Figura n.º 4. 2.	Vista de perfil de la Tolva. ....	34
Figura n.º 4. 3.	Maximizar área con Excel.....	35
Figura n.º 4. 4.	Tolva .....	36
Figura n.º 4. 5.	Centroide de la sección rolada. ....	37
Figura n.º 4. 6.	Momento de inercia de la tolva.....	38
Figura n.º 4. 7.	Fuerza o peso sometido a la tolva.....	39
Figura n.º 4. 8.	Fuerza por unidad de longitud.....	39
Figura n.º 4. 9.	Esfuerzo en viga con carga uniforme. ....	40
Figura n.º 4. 10.	Diseño final de tolva. ....	41
Figura n.º 4. 11.	Fuerzas ejercidas a las varillas de largo 400 mm. ....	42
Figura n.º 4. 12.	Fuerzas en la varilla de 3/4". ....	42
Figura n.º 4. 13.	Diagrama de cuerpo libre de la varilla de 3/4". ....	43
Figura n.º 4. 14.	Sistema de cintas helicoidales. ....	44
Figura n.º 4. 15.	Vista de perfil del sistema de cintas helicoidales. ....	44
Figura n.º 4. 16.	Diagrama de cuerpo libre de una sección de la hélice.....	45
Figura n.º 4. 17.	Fuerza distribuida en la sección de hélice.....	45

Figura n.º 4. 18.	Unión por soldadura en la base del eje de 50 mm. ....	46
Figura n.º 4. 19.	Áreas de gargantas de soldadura. ....	47
Figura n.º 4. 20.	Pesado de ingredientes, maíz molido nacional. ....	60
Figura n.º 4. 21.	Pesado de ingredientes Torta de soya importada. ....	60
Figura n.º 4. 22.	Posición de las muestras. ....	61
Figura n.º 4. 23.	Gráfico de concentraciones en el tiempo. ....	65
Figura n.º 4. 24.	Prueba de Kolmogorov Smirnov. ....	67
Figura n.º 5. 1.	Curva de distribución normal. ....	69

## RESUMEN

El origen de esta investigación se centró en la necesidad de tener a disposición maquinaria o equipos que contribuyan al desarrollo del sector ganadero, este desarrollo o beneficio a dicho sector se refleja en mejoras en la alimentación animal y reducción de costos de los alimentos.

Se pretende determinar en forma objetiva lo siguiente:

¿Cómo diseñar una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios Alimentos Balanceados?

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es diseñar una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios Alimentos Balanceados.

Los objetivos Específicos son: Determinar como el diseño de una Maquina Mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados y determinar cómo dicho diseño ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados.

Para el desarrollo del diseño de la maquina mezcladora se utilizó cálculos de resistencia de materiales y estática en función de la potencia utilizada por el motor eléctrico y este último en función de la carga aplicada de 350 kg.

La hipótesis general planteada es la siguiente: Es posible diseñar una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios Alimentos Balanceados. Las hipótesis específicas son: Diseñar una Maquina Mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados y diseñar una Maquina Mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados.

El tipo de investigación es experimental y el nivel es descriptivo, ya que, con el desarrollo del presente trabajo de investigación, se está dando a conocer el comportamiento de la variable dependiente (mezcla de alimentos balanceados), a partir de información de la variable independiente (Diseño de máquina y sus correspondientes parámetros de funcionamiento: capacidad, velocidad y tiempo de mezclado). Además, se presentan los costos de fabricación y se analiza la proyección de la inversión y el tiempo necesario para recuperar dicha inversión.

Del trabajo de investigación desarrollado se concluye que: el diseño propuesto de una Maquina Mezcladora de alimento balanceado que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios alimentos balanceados, mejora la calidad de los alimentos, mezclándolos uniformemente y al mismo

tiempo disminuye sus costos, lo cual se evidencia con un análisis de inversión en un horizonte de 4 años.

El material empleado para la construcción de la maquina mezcladora es acero ASTM A 36, los elementos que componen esta máquina están dimensionados para resistir los esfuerzos generados por la carga de 350 kg. Además, se detallan los planos de fabricación. Se determina que el tiempo de mezcla recomendado es de 13 a 18 minutos, a una velocidad de 17.5 RPM y una capacidad de 350 Kg y se recomienda el uso de un motor de 4 HP de potencia.

## **ABSTRACT**

The origin of this research focused on the need to have available machinery or equipment that contributes to the development of the livestock sector, this development or benefit to this sector is reflected in improvements in animal feed and reduction of food costs.

It is intended to objectively determine the following:

How to design a Mixing Machine that allows small farmers to produce their own Balanced Foods?

The main objective of this research work is to design a Mixing Machine that allows small farmers to produce their own Balanced Foods.

The Specific objectives are: To determine how the design of a Mixing Machine helps to improve the quality of the balanced feed and determine how this design helps to reduce the costs of the balanced feed.

For the development of the design of the mixing machine we used material resistance and static calculations based on the power used by the electric motor and the latter depending on the applied load of 350 kg.

The general hypothesis put forward is the following: It is possible to design a Mixing Machine that allows small farmers to produce their own Balanced Foods. The specific hypotheses are: Designing a Mixing Machine helps to improve the quality of balanced foods and designing a Mixing Machine helps to reduce the costs of balanced feed.

The type of research is experimental and the level is descriptive, since, with the development of this research work, the behavior of the dependent variable (balanced food mix) is being made known, based on information from the independent variable (Machine design and its corresponding operating parameters: capacity, speed and mixing time). In addition, manufacturing costs are presented and the projection of the investment and the time necessary to recover said investment are analyzed. From the research work developed, it is concluded that: the proposed design of a Balanced Feed Mixing Machine that allows small farmers to produce their own balanced feed, improves the quality of the food, mixing them uniformly and at the same time decreases their costs, which it is evidenced by an investment analysis over a 4 year horizon.

The material used for the construction of the mixing machine is steel ASTM A 36, the elements that make up this machine are sized to withstand the stresses generated by the load of 350 kg. In addition, the manufacturing plans are detailed. It is determined that the recommended mixing time is 13 to 18



minutes, at a speed of 17.5 RPM and a capacity of 350 Kg and the use of a 4 HP motor is recommended.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú existen 2, 246,702 productores agropecuarios, equivalente a 14, 097,900 personas que trabajan de forma permanente y eventual. Además, El 77.74% de unidades agropecuarias está ligada a la actividad pecuaria, equivalente a 1, 757,689 unidades pecuarias a nivel nacional, según el IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Estas cifras resultan ser cifras significativas, por tal motivo, es necesario apoyar a este sector para lograr mejorar su producción.

La ganadería intensiva ha logrado un alto nivel de desarrollo, utilizando mejoras genéticas, mejoras en procesos de crianza e introducción de alimentos balanceados. El uso de los alimentos balanceados posibilita un aumento efectivo de la producción ganadera, generando un mayor rendimiento económico. Solo el 15% de las unidades pecuarias totales utilizan alimento balanceado, quedando un gran porcentaje con posibilidad de mejorar su producción utilizando este tipo de alimento e introduciendo mejoras para poder llegar a una ganadería intensiva.

Es necesario capacitar a los pequeños y medianos ganaderos en temas de crianza y genética, así como también, mostrarles el uso de máquinas accesibles para elaborar sus propios alimentos balanceados y así reducir sus costos de producción, aumentando sus ingresos.

Por ello, el presente trabajo de investigación, tiene como meta contribuir al desarrollo ganadero, diseñando una Maquina Mezcladora de Alimento Balanceado que permita a los pequeños y medianos ganaderos mezclar sus propios alimentos balanceados. Controlando directamente la formulación y los insumos utilizados durante su elaboración, así como también, la cantidad necesaria de alimento a ser preparado, sin tener altos niveles de merma al finalizar la campaña o periodo de crianza del ganado.

## **CAPITULO 1**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Descripción de la realidad del problema**

Actualmente se vive un proceso de crecimiento poblacional a nivel mundial y el Perú no es ajeno a este crecimiento. Para poder satisfacer las necesidades alimentarias de la población se necesita explotar las actividades productivas de ganadería, agricultura y pesca. En el Perú se viene realizando grandes esfuerzos por desarrollar una ganadería que suministre a la población los alimentos básicos indispensables. Siendo la ganadería intensiva aquella que ha logrado un alto nivel de desarrollo en la costa y en los valles de Cajamarca y Arequipa, debido a que este tipo de ganadería utiliza una serie de mejoras en la alimentación, procesos de crianza y en la genética de las especies. Asimismo, la ganadería intensiva, es realizada por grandes y pequeñas granjas a nivel nacional, por lo cual es necesario desarrollar nuevas técnicas, procesos y tecnología que contribuyan a mejorarla. Las pequeñas granjas que se dedican a la ganadería intensiva necesitan disponer de un alimento balanceado que contenga los niveles de nutrientes necesarios, frescura del alimento y que sean de bajo costo para poder ser competitivos en el mercado. Además, solo el 15% de unidades pecuarias utilizan alimentos balanceados para la crianza de su ganado, este bajo índice describe una falta de conocimientos en cuanto a mejoras de procesos de crianza. Existen empresas agroindustriales que comercializan alimento balanceado para todo tipo de ganado, lamentablemente, este alimento no garantiza los niveles de nutrientes requeridos ni la calidad de insumos utilizados para lograr un máximo desempeño del ganado. Además una mala formulación del alimento o un proceso de mezclado inapropiado y utilizar insumos en mal estado, podría afectar el rendimiento del ganado debido a posibles deficiencias nutricionales, así como también, el posible aumento de enfermedades por ingerir insumos contaminados o en mal estado. El tiempo de duración del alimento balanceado mezclado no puede exceder los 30 días de su elaboración. Es por ello que,

se debe comprar alimento cada 27 o 28 días. Además, al finalizar una campaña o periodo de crianza existe el problema de mermas, debido a que, el consumo de alimento no es exacto, esto se debe a varios factores como: cambios de temperatura, enfermedades, mortandad del ganado, retraso en el crecimiento, etc. Todo ello, produce inexactitud en el cálculo de la cantidad total del alimento a consumir al finalizar el periodo de crianza. En el caso de faltar alimento se tendrá que gestionar una nueva compra y en el caso de sobrar alimento, se desperdiciara.

Los pequeños y medianos ganaderos que adquieran sus alimentos balanceados elaborados por una empresa agroindustrial, se exponen a adquirir alimentos que puedan perjudicar su producción ganadera y no tener las ganancias esperadas. Por otro lado, las pequeñas y medianas granjas que no utilizan alimento balanceado (75% de las unidades pecuarias a nivel nacional), seguirán teniendo bajos rendimientos en su ganado.

El diseño de una maquina mezcladora de alimento balanceado que sea fácil de construir, fácil de operar y de bajo costo, contribuye al desarrollo de esta actividad productiva, beneficiando a las pequeñas y medianas granjas, ya que, les permitirá preparar sus propios alimentos balanceados. Asimismo, reduciría los costos de los mismos, como también, se reduciría las mermas al final de la campaña de crianza. Por último, mejoraría la productividad y la sanidad del ganado, debido a una plena supervisión de los insumos utilizados, así como, la correcta formulación y mezclado uniforme del alimento.

### **Alcances**

- Determinar la alternativa más adecuada para cubrir las necesidades de uso.
- Calcular la potencia requerida para el funcionamiento de la maquina mezcladora.
- Determinar las revoluciones por minuto de la máquina.
- Determinar los componentes de transmisión de potencia del motor eléctrico hacia el eje.
- Calculo de las dimensiones y resistencia de todos los elementos de la máquina.
- Se estudiara la factibilidad de construir y usar una maquina mezcladora de alimento balanceado.

### **Limitaciones**

- La máquina estará diseñada exclusivamente para mezclar insumos o ingredientes molidos para la producción de alimento balanceado.

- Este diseño de máquina necesita por lo menos dos trabajadores para poder preparar el alimento balanceado.
- El diseño de la maquina se basa en el uso de un motor eléctrico trifásico, pudiendo adaptar otro monofásico de igual potencia.
- Esta máquina podrá ser usada por pequeños y medianos ganaderos a nivel nacional.
- Se necesita de una fórmula de mezclado que contenga los niveles de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales necesarios para la especie en crianza, diseñados por un Ingeniero Zootécnico.

## **1.2. Formulación del problema**

Para formular el problema general y los problemas específicos, se plantea las siguientes interrogantes.

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo diseñar una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios Alimentos Balanceados?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Cómo el Diseño de la Maquina Mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados?

¿Cómo el Diseño de la Maquina Mezcladora ayuda a reducir costos de los alimentos balanceados?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

Adquirir alimento para ganado, por parte de una empresa comercializadora de alimentos balanceados involucra costos como:

- Servicio de mezclado.
- Servicio de transporte de carga, por la alta frecuencia del número de compras, ya que el alimento balanceado adquirido no puede durar más de 15 días.
- Mayor tiempo empleado en hacer las gestiones de compras, por la alta frecuencia del número de compras.

- Mayor cantidad de mermas al finalizar la campaña o periodo de crianza, ya que, no se puede calcular exactamente la cantidad de alimento a utilizar. En el caso de faltar alimento, por causa de alguna eventualidad, se tendrá que generar una orden de compra adicional. En el caso de sobrar alimento, este se desperdiciara si no se tiene la opción de ser utilizado.

Además de estos sobrecostos, existen otros factores que deben ser considerados, ya que, el alimento balanceado, es un factor muy importante en el desarrollo de esta actividad y de haber alguna deficiencia en el preparado corre en riesgo el rendimiento y sanidad del ganado. No se garantiza los niveles de nutrientes requeridos ni la calidad de los insumos utilizados. Pudiendo repercutir en el rendimiento del ganado en cuanto a retraso en el crecimiento, enfermedades por insumos contaminados o en mal estado y aumento en el número de muertes.

Por todo lo expuesto, diseñar una maquina mezcladora de alimento balanceado contribuye al desarrollo de la actividad ganadera, ofreciendo al pequeño y mediano avicultor herramientas que ayuden a mejorar su producción.

Generar herramientas que estén al alcance de los pequeños criadores de pollos para mejorar su producción avícola, reduciendo sus costos y desperdicios.

#### **1.3.1. Justificación Teórica**

La presente investigación aporta en el campo de diseño de máquinas, para poder tomarlo como referencia en la solución de problemas de diseño.

#### **1.3.2. Justificación Práctica**

El diseño de una maquina mezcladora de alimento balanceado, ayuda a mejorar la producción ganadera, reduciendo costos en el alimento balanceado y garantizando un proceso de mezclado uniforme en el alimento. Además, permitirá flexibilidad en el suministro de alimento, con respecto a las cantidades de alimento a preparar y responder con rapidez ante una enfermedad, medicando los alimentos.

#### **1.3.3. Justificación metodológica**

Para el diseño de la maquina se empleara teoría de resistencia de materiales. Costo por proceso para comparar costos y se analizaran las concentraciones de sal en las muestras utilizando métodos estadísticos (Coeficiente de variación).

#### **1.4. Objetivos de la investigación**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios Alimentos Balanceados.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Determinar como el diseño de una Maquina Mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados.

Determinar como el diseño de una Maquina Mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

**Fernández C. y Quintero V. (2014). *Diseño y Construcción de una Mezcladora de Balanceado para Pollos Parrilleros. Máquina con una Capacidad de 1000kg/h.* Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador:**

La Tesis propone el diseño de una maquina mezcladora vertical de alimento balanceado para aves, con una capacidad de 1000 Kg/h. Según este diseño se utilizó una velocidad de 250 RPM en el gusano elevador y una potencia de 0.5 HP. Sin embargo, en este estudio no se especifica el tiempo óptimo de mezclado. Asimismo, Fernández y Quintero (2014, p.16) señala que “una mezcladora de alimento es una máquina que permite producir una mezcla uniforme de ingredientes importantes necesarios”. Además, menciona las máquinas utilizadas para la preparación de alimentos balanceados: “maquinas mezcladoras verticales, horizontales y de tambor o tómbola”. Sobre las maquinas mezcladoras verticales menciona que “en las mezcladoras verticales solo un pequeño porcentaje (10%) de alimento es movido al mismo tiempo, lo cual beneficia al proceso de mezclado. La mayoría del mezclado se lleva a cabo mediante la recirculación de los ingredientes a través de un tubo elevador central y un gusano o hélice helicoidal” (p.17). Según Fernández y Quintero (2014, p.19), el problema principal de la maquina mezcladora vertical es el sobrellenado y el desgaste del gusano elevador que aumenta el tiempo de mezclado según aumente dicho desgaste.

**Otro estudio similar es el realizado por Escobar L. (2011). *Diseño e implementación de una Máquina Mezcladora de Balanceado para Aves en la Granja Avícola del Abuelo.* Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador:**

En este estudio se determina la capacidad de la máquina, (p.70) utilizando una relación de 2.5:1, con respecto al largo y ancho de la máquina, además, se diseñó para una capacidad de 136 kg. La



velocidad de esta máquina es de 75 RPM y con una potencia estimada de 1 HP, (p.76). Con la implementación de esta máquina se ha logrado una reducción del tiempo del tiempo de mezclado, ya que, inicialmente se mezclaba manualmente utilizando palas, además, se mejora las condiciones de trabajo de los obreros (condiciones ergonómicas). Sin embargo, no se especificó el tiempo óptimo de mezclado a la velocidad de 75 RPM, así como también, no especifica el nivel de homogeneidad de la mezcla bajo esas condiciones.

**Según estudios realizados por Pfost et al., 1976; McElhiney and Olentine 1982; Wilcox And Balding, 1986; Wicker and Poole, 1991; Behnke, 1997 b y Lanz, 1992. Citados en Vargas E. (1998). *Problemas de Mezclado y Uniformidad en la Industria de Alimentos para Animales*. Centro de Investigación en Nutrición Animal, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San Jose, Costa Rica:**

Mencionan factores que afectan la uniformidad del mezclado, como son: características de los ingredientes, tiempo insuficiente de mezclado, sobrellenado de la mezcladora, sobreuso de la mezcladora, suciedad del sistema de mezclado, mala secuencia de adición de ingredientes, errores de pesado, segregación post-mezclado y el equipo de mezclado deteriorado, Vargas (1998, p.65). Con respecto a la característica de los ingredientes, según Behnke (1992) y Behnke (1997 b), citados en Vargas (1998, p.65), señalan que si todas las propiedades físicas y químicas fueran similares entonces el proceso de mezclado sería más sencillo. Además, las características más importantes de los ingredientes a mezclar son el tamaño, forma y densidad de las partículas, ya que, las partículas grandes y pequeñas no se mezclan bien. Las partículas con alta densidad tienden a irse al fondo de la máquina, mientras que las partículas de baja densidad se sitúan en la parte superior de la mezcla. “(...) Así, por ejemplo, el maíz quebrado con un tamaño de partícula de 1 200-1 500 micrones, son difíciles de mezclar con partículas de una premezcla mineral o fosfato, que tienen un tamaño de partícula de 150-300 micrones (...)”, Vargas (1998, p65). Otro factor muy importante es el tiempo de mezclado optimo, según Behnke (1997) citado por Vargas (1998, p66), “(...) el tiempo mínimo que requiere la mezcladora para alcanzar una uniformidad de mezclado aceptable. Debe medirse en cada mezcladora al menos dos veces al año y ser una actividad rutinaria en cada fábrica de alimentos balanceados (...)”. Menciona también que el tipo de la maquina mezcladora, el desgaste de las paletas o cintas y el llenado de la mezcladora son variables que

influyen en el tiempo de mezclado óptimo y con ello este tiempo de mezclado viene a ser la causa más común de baja uniformidad del alimento.

Para medir la uniformidad de mezclado de un alimento balanceado se utilizan criterios estadísticos que indiquen el grado de dispersión de un nutrimento o marcador. Debido a que no es práctico analizar cada nutrimento en el alimento, se han desarrollado métodos que utilizan un nutrimento que contenga el alimento, por ejemplo sal, sodio, aminoácidos, etc. (Wilcox, 1990; Mc Elhiney, 1985), o un marcador que se agrega (Eisenberg, 1992). Idealmente, el nutrimento o marcador escogido solo proviene de una fuente o ingrediente en la mezcla; de esta manera, una distribución uniforme indica un buen mezclado. Wilcox (1990) y Mc Elhiney (1985), citados en Vargas (1998, p.69).

Según Pfost et al. (1976) y Wilcox (1990), citado por Vargas (1998, p.69). El criterio estadístico más usado es el coeficiente de variación (CV), se toman muestras al azar y se analiza el nutrimento o marcador escogido. Según Pfost (1976); Beumer (1991); Lindley (1991) y Wicker and Poole (1991), citado por Vargas (1998, p.69), sugieren un CV (Coeficiente de variación) igual o menor a 10% para animales. En un estudio realizado por Duncan (1979), citado por Vargas (1998, p.70), se determinó que alimentos mezclados con CV de 10 – 20%, en la crianza de pollos, indica que el rendimiento de pollo varía de forma significativa.

**En otro estudio realizado por Wong A. (2016). *Incidencia del Tiempo y Adición de Insumos sobre la Homogeneidad de Alimentos Balanceados Elaborados en Mezcladores de Cintas*, Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Perú:**

Se concluye que el tiempo de mezcla influye sobre la homogeneidad de la mezcla final, utilizando un análisis por microtrazadores.

**En un estudio realizado por Pesantez W. (2009). *Evaluación Productiva y Económica de Tres Balanceados: Nutril, Purina y Casero, en la Alimentación de Pollos Parrilleros en la Parroquia de Larama*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador:**

En este estudio se determina que, utilizando un alimento balanceado casero, preparado con una formulación en base a ingredientes de la zona, se obtiene mejor rendimiento que otros alimentos balanceados comerciales en relación a la crianza de pollos parrilleros, (p.41)

**Finalmente en un estudio realizado por Carbajal C. (2015). *Evaluación preliminar de tres alimentos Balanceados para Cuyes (*cavia porcellus*) en Acabado en El valle del Mantaro*. Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima, Perú:**

En esta Tesis se determina que la alimentación mixta del ganado (mixta: forraje mezclado con alimento balanceado), presenta mejor rendimiento comparado a una alimentación integral a base de alimento balanceado únicamente. Esto significa que se puede obtener otros tipos de formulación con los insumos que se tenga disponible en la zona de crianza u otros ingredientes que sean apetecibles por el ganado, a diferencia de una alimentación integral que solo sea de alimento balanceado. Carbajal (2015, p.44).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Diseño de Maquina Mezcladora**

#### **2.2.1.1. Diseño**

Según Budynas R. (2008, p. 4). “Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse”.

#### **2.2.1.2. Selección de Materiales**

##### **Los materiales en el diseño de máquinas**

Según Riba (2010, p.12), “El diseño de máquinas se interesa fundamentalmente por los materiales sólidos que realizan funciones estructurales (soportar adecuadamente las tensiones y experimentar deformaciones controladas), funciones de guiado (deslizamiento y adherencia, resistencia a la abrasión)”.

#### **2.2.1.3. Acero estructural ASTM A36**

Esta norma es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales laminados en caliente. Tiene un esfuerzo de fluencia de 250 MPa, y su soldabilidad es adecuada. AHMSA (2017).

#### **2.2.1.4. Dimensionamiento de materiales**

##### **Esfuerzos en elementos sencillos de máquinas**

Según Hall, Holowenko y Laughlin (1970, p.6), “(...) En general, los materiales dúctiles, tales como los aceros blandos, son débiles al esfuerzo cortante y se diseñan con base en el esfuerzo cortante máximo (...)”. Además, también menciona que “(...) los materiales

frágiles, tales como el hierro fundido y ciertos aceros duros, se diseñan normalmente con base en el esfuerzo normal máximo tanto en tracción como en compresión (...).

#### 2.2.1.5. Potencia Eléctrica

Según Budynas R. (2008, p. 23), “Muchas aplicaciones industriales requieren que la maquinaria sea alimentada de potencia mediante máquinas o motores eléctricos”.

##### Ecuaciones de potencia trifásica que involucran valores de fase

$$P = \sqrt{3} \times I \times V \times FP \quad (1)$$

P: Potencia eléctrica trifásica.

I: Intensidad de corriente.

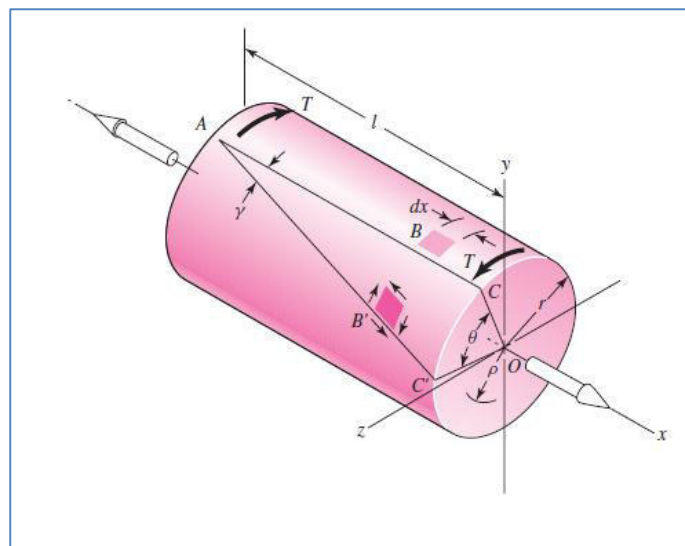
V: Voltaje.

FP: Factor de potencia.

#### 2.2.1.6. Torsión

Según Budynas R (2008, Pag. 95). “Cualquier vector momento que sea colineal con un eje de un elemento mecánico se llama vector de par de torsión, porque el momento causa que el elemento se tuerza respecto a ese eje”. Una barra sometida a un momento de ese tipo, está sometida a torsión.

Figura n.º 2. 1. Diagrama del esfuerzo de torsión.



Fuente: Budynas R (2008, Pag. 95).

**Esfuerzo cortante máximo de torsión en sección circular solida:**

$$\tau_{Max} = \frac{T \times r}{J} \quad (2)$$

T: par de torsion.

r: radio de la sección circular.

J: segundo momento polar de área.

**Segundo momento polar de área – sección circular solida:**

$$J = \frac{\pi \times d^4}{32} \quad (3)$$

d: diámetro de la sección circular.

**Par de torsion:**

$$T = 9.55 \frac{H}{n} \quad (4)$$

H: Watts.

n.: RPM.

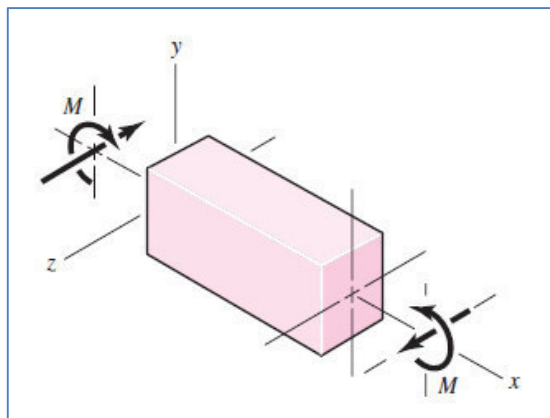
T: Newton x metro.

Budynas R (2008, Pag. 96 y 97).

#### 2.2.1.7. Esfuerzos normales para vigas en flexión

En la figura 2.11 se representa una porción de una viga recta sometida al momento flexionante positivo M. Budynas R (2008).

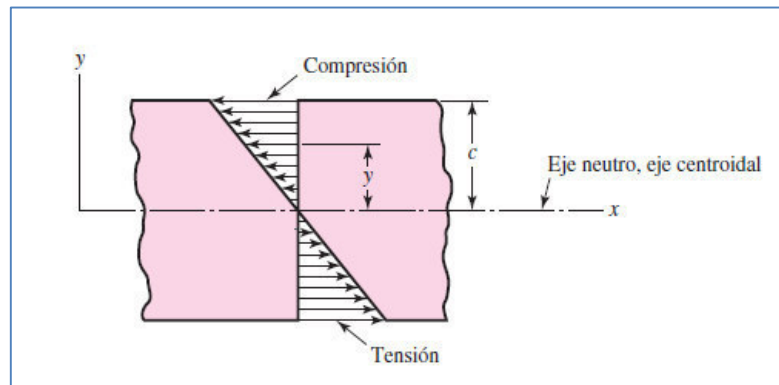
*Figura n.º 2. 2. Esfuerzos normales para viga en flexión.*



*Fuente: Teoría y Problemas de Diseño de Maquinas, Budynas R (2008, p 85).*

El eje x coincide con el eje neutro de la sección, y el plano xz, que contiene los ejes neutros de todas las secciones transversales, se llama plano neutro. Los elementos de la viga que coinciden con este plano tienen un esfuerzo cero.

Figura n.º 2. 3. Esfuerzo de tensión y compresión



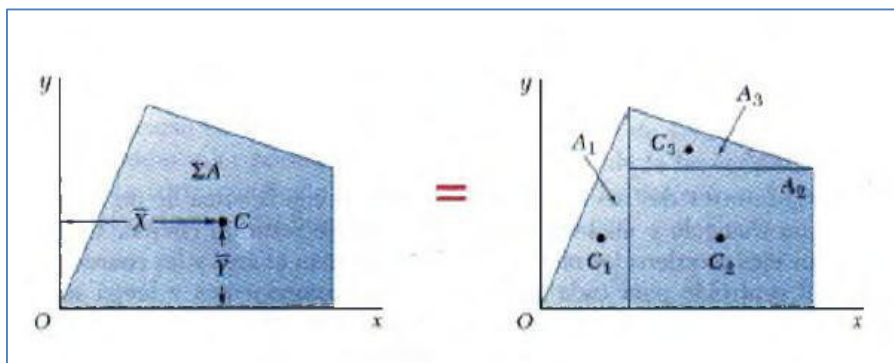
Fuente: Teoría y Problemas de Diseño de Maquinas, Budynas R (2008, p 86).

Las ecuaciones para representar los esfuerzos normales en flexión en vigas rectas:

$$\sigma_{Max} = \frac{M \times c}{I} \quad (5)$$

#### 2.2.1.8. Centroide de un área compuesta

Figura n.º 2. 4. Centroide de un área compuesta.



Fuente: Mecánica Vectorial para Ingenieros (2007).

$$Q_x = X \times \Sigma A = \Sigma xa \quad (6)$$

$$Q_y = Y \times \Sigma A = \Sigma ya$$

$Q_x$ : Primer momento del área con respecto al eje X.

$Q_y$ : Primer momento del área con respecto al eje Y.

A: área total.

a: área elemental.

x: distancia entre el centroide del área elemental y el eje X.

estas ecuaciones se pueden usar para obtener las coordenadas X y Y de su centroide.

Beer J. 2007 (Pag. 227).

#### 2.2.1.9. Teorema de los ejes paralelos o teorema de Steiner

$$I_{X'} = I_X + A \times D^2 \quad (7)$$

Esta fórmula expresa que el momento de inercia de un área con respecto a cualquier eje dado AA' es igual al momento de inercia del área con respecto a un eje centroidal BB' que es paralelo a AA' más el producto del área A y el cuadrado de la distancia d entre los dos ejes. Este teorema se conoce como el teorema de los ejes paralelos o teorema de Steiner.

$I_{X'}$ : Momento de inercia del área respecto al eje AA'.

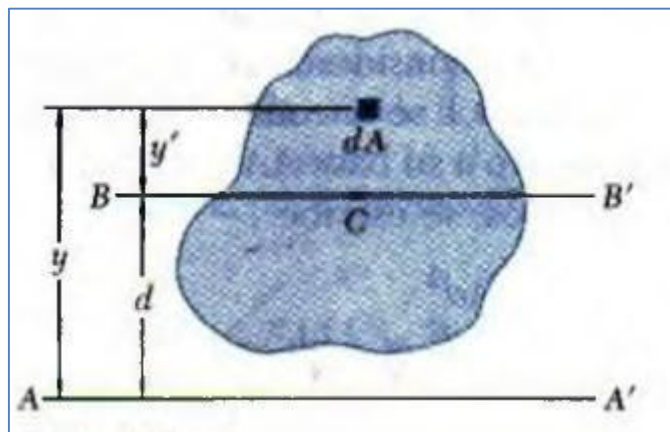
$I_X$ : Momento de inercia del área con respecto a su propio eje centroidal paralelo al eje AA'.

A: área de la sección.

D: distancia entre ejes AA' y eje centroidal.

Beer J. 2007 (Pag. 485).

Figura n.º 2. 5. Teorema de ejes paralelos



Fuente: Mecánica Vectorial para Ingenieros (2007).

#### 2.2.1.10. Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión

El segundo momento del área I, con base en el área de la garganta de la soldadura, es

$$I = 0.707hI_u \quad (8)$$

$I_u$ : Segundo momento de área unitaria.

$h$ : Cordón de soldadura.

$I$ : Segundo momento de inercia.

Se determina el esfuerzo cortante nominal en la garganta es:

$$\tau = \frac{Mc}{I} \quad (9)$$

Budynas R (2008, p 469).

Figura n.º 2. 6. Áreas y segundo momento unitario del área en la garganta de soldadura.

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi hr$		$I_u = \pi r^3$

Fuente: Teoría y Problemas de Diseño de Maquinas, Budynas R (2008).

#### 2.2.1.11. Especificaciones Técnicas

Según la Secretaria de la Función Pública de México (2017, Parr. 10) “Las especificaciones deben establecer las características esenciales del bien que será adquirido”:

#### 2.2.1.12. Contenido de las especificaciones técnicas.

En cuanto al contenido que se sugiere contengan las especificaciones, debe señalarse el siguiente, en forma enumerativa y no limitativa:

- Descripción general, clasificación o alcances del bien deseado, así como del pretendido o deseado uso del mismo.
- Lista de características, identificando las medidas físicas, funcionalidades y cualidades que debe cumplir el bien requerido; en el entendido de que, entre las más usuales están las siguientes:

- Dimensiones: Forma, tamaño, medidas, peso, volumen, etc.



- Material, texturas, color (por ejemplo: cuero, tela de algodón, madera, metal, fierro, melamine, etc.)
- Composición (química, nutricional, entre otras).
- Tensión, corriente, potencia, rendimiento, velocidad máxima alcanzable, etc.
- Unidad de medida: resultando necesario aplicar el Sistema General de Unidad de Medida de los Estados Unidos Mexicanos, según lo define el artículo 5, segundo párrafo de la Ley Federal de Metrología y Normalización.
- Presentación del bien: Empaque (bolsa, caja, sixpack, etc) y cantidad de bienes o productos por unidad de empaque.

Asimismo, en atención a la naturaleza o tipo de bien pueden exigirse, entre otros, características referidas a los siguientes aspectos técnicos:

- Año de fabricación mínimo del bien.
- Fecha de expiración.
- Repuestos.
- Accesorios.
- Condiciones que debe reunir para su almacenamiento.
- Compatibilidad con algún equipo o componente.
- Software que se requiere para su funcionamiento.

c) Figuras, ilustraciones, gráficas, etc. pueden frecuentemente describir el bien de manera más clara y precisa que el texto. Ellas deben ser utilizadas tanto como sea posible.

d) La necesidad de utilizar definiciones puede usualmente ser evitada con buenas especificaciones. Sin embargo, en los casos en que una propia interpretación de las especificaciones sea necesaria, entonces tales definiciones deben ser incluidas.

e) Referencia a normas oficiales mexicanas, normas mexicanas, normas internacionales y normas de referencia. Debiendo recordarse que, cuando existen resulta obligatorio a las dependencias y entidades tomarlas en consideración al momento de redactar las especificaciones, conforme a lo dispuesto en los artículos 31 del RLAASSP y 55 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

f) Señalamiento de los procedimientos de muestreo, inspección y verificación, debiendo precisarse que, cuando es requerida la presentación de muestras, ello debe estar claramente identificado como un requerimiento en las especificaciones.

g) Información relativa al empaquetamiento y la entrega; la misma forma parte de las especificaciones, cuando éstas difieran de los estándares comerciales de empaquetamiento.

Secretaria de la Función Pública de México (2017, Parr. 17).

#### **2.2.1.13. Elementos del costo**

En el costo de fabricación se identifican tres elementos: las materias primas, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, conceptos básicos que deben agrupar los valores de todo lo necesario para cumplir con el proceso productivo y que más adelante se ampliarán en detalle. Marulanda O. (2009, p7)

#### **2.2.1.14. Tipos de Mezcladoras**

Los principales tipos de máquinas mezcladoras de alimentos balanceados que existen en el mercado son: Máquina mezcladora de cintas helicoidales (horizontal) y máquina mezcladora tipo vertical

##### **Mezcladora de cintas helicoidales (Horizontal)**

Las mezcladoras de cintas helicoidales, también conocidas como “Ribbon Blender”, son máquinas utilizadas para mezclar u homogeneizar. Su mecanismo consiste en un canal horizontal en forma de U y un agitador de cintas fabricado especialmente.

El mecanismo de Progresión de las mezcladoras de cintas helicoidales se refiere a que una de las cintas empuja lentamente los sólidos hacia atrás, mientras que la otra cinta los desplaza rápidamente hacia adelante. Todo el proceso de mezcla se lleva a cabo por el efecto de turbulencia que producen las cintas y no tanto por el contacto de estas con el material que se quiera mezclar. A diferencia de otras mezcladoras, en las Ribbon Blender se mueven materiales tanto radial y lateralmente para asegurar mezclas completas en tiempo oportuno.

*Figura n.º 2. 7. Máquina mezcladora de cintas helicoidales*



*Fuente: MECALUX logistmarker*

### **Mezcladora tipo Vertical**

Las Mezcladoras verticales están diseñadas para la elaboración de alimentos balanceados para animales a base de harinas pastas y concentrados únicamente, se fabrican con tolva al piso y con tolva giratoria, en el caso de las mezcladoras de tolva al piso, su diseño permite que la carga de los ingredientes en la maquina sea más fácil ya que la tolva de carga queda del nivel de piso hacia abajo, es decir queda enterrada, por lo que es necesario abrir un hueco en el piso para poder hacer la instalación de la misma, en el caso de las de las mezcladoras con tolva giratoria su diseño permite que al momento de limpiar la maquina por cambio de fórmula, ya que la tolva de carga queda arriba del nivel de piso, y esto permite que se pueda girar y deje al descubierto la boca de alimentación del gusano, con esto se logra una limpieza más profunda evitando residuos de la formula anterior, aunque esto implica que los ingredientes se tengan que elevar para poder vaciarlos en la tolva de carga.

*Figura n.º 2. 8. Mezclador tipo vertical*



*Fuente: Azteca - Equipos agropecuarios*

### **2.2.2. Alimentos Balanceados**

Mezcla de alimentos de origen vegetal, animal y mineral, convenientemente homogeneizada y exactamente medida que contiene todo lo necesario para la nutrición animal en las proporciones exactas para máxima producción y crecimiento. Kosac A. (1968, p32).

El principio básico del mezclado de cualquier alimento balanceado, es combinar cada ingrediente, en forma homogénea, de tal manera que el animal que consume ese alimento, obtenga en cada comida todos los nutrimentos en las cantidades y proporciones que necesita para crecer óptimamente. Los aditivos alimentarios y los micronutrientes son los más críticos y deben estar presentes en cada componente del alimento, en las cantidades adecuadas para proporcionar la protección o función que el aditivo tenga; de no ser así, existe la posibilidad de deficiencias del micronutriente o la presencia de enfermedades tales como coccidiosis y diarreas, entre otras. En todos los casos, los niveles de los nutrimentos deben ser controlados de tal manera que no se presenten deficiencias ni toxicidades de ningún nutrimento o aditivo. Vargas E. (1998, p64).

### **2.2.2.1. Formulación de Raciones**

Mediante la formulación de raciones se trata de transferir los conocimientos que se tienen sobre requerimientos de los animales, nutrientes y alimentos a raciones adecuadas que se consumirán en cantidades suficientes y, particularmente en animales destinados a la producción, para proporcionar el nivel de producción deseado a un costo razonable.

La elección de los alimentos que componen una ración se puede realizar en función de varios factores, por ejemplo:

El tipo de animal (especie, edad, estado fisiológico) y el sistema de producción (extensivo, intensivo). La concentración de nutrientes en la dieta es la relación entre los requerimientos y el consumo de alimentos. Los requerimientos guardan una estrecha relación positiva con el tamaño del animal y la tasa de producción. Mientras que, el consumo de alimentos estará relacionado positivamente con el tamaño del animal, pero es afectado por la fisiología del animal y por las características del alimento. Por ejemplo, si comparamos dos animales de igual tamaño, aquel que tenga una mayor tasa de producción, requerirá una ración de mayor concentración de nutrientes.

La disponibilidad y regulaciones de uso de los alimentos. La disponibilidad de un alimento, por ejemplo, puede variar con el lugar geográfico donde se desarrolle la producción, el momento del año, las condiciones ambientales y políticas que inciden sobre la producción del alimento.

En caso de que exista la posibilidad de seleccionar entre los alimentos disponibles, la elección podría definirse por comparar el precio por unidad de nutriente.

UNICEN (2017, p1).

### **2.2.3. La Ganadería en el Perú**

#### **Concepto**

Consiste en la crianza de animales para el provecho humano. Podemos afirmar que el Perú no es un país ganadero. Podemos hablar de una ganadería tradicional, si la vemos desde la perspectiva de los camélidos sudamericanos, que suplieron la necesidad de carne y transporte en épocas pasadas; por otro lado tenemos la ganadería actual, que tiene otras modalidades de crianza.

## **Problemática**

La problemática de la ganadería en el Perú se sintetiza de la siguiente manera:

- Escasez de orientación técnica y científica
- Presencia de zonas inundables en la Selva Baja
- Relieve accidentado en casi todo el territorio
- El alto costo de la tierra en la Costa

## **Tipos de Ganadería**

En el Perú existen dos tipos de ganadería:

Carpeta Pedagógica, Geografía del Perú, La ganadería en el Perú (2007, Parr.1)

### ***Ganadería Extensiva***

La crianza es en el campo libre, presentando las siguientes características:

- Crianza de especies degeneradas o de baja calidad (chuscas).
- Los animales se crían sueltos.
- No tiene ayuda técnica ni científica.
- Se alimenta de pastos naturales.
- Su producción está orientada al consumo humano directo.
- Requiere de poca inversión.
- Es de bajo rendimiento.

Carpeta Pedagógica (2007, Parr.1)

### ***Ganadería Intensiva***

- La crianza es estabular, presentando las siguientes características:
- Crianza de especies seleccionadas. - Usos de compartimentos o espacios cerrados: granjas, establos - Ayuda técnica y científica (vacunas, vitaminas, inseminación artificial, mejoramiento genético).
- Uso de alimentos balanceados.
- Producción orientada a la industria (lácteos, embutidos, textil).
- Tiene buena producción - Requiere grandes inversiones.

Carpeta Pedagógica (2007, Parr.1)

### 2.2.3.1. Diagnóstico Situacional de la Actividad Ganadera

Según el Diagnóstico de Crianzas Priorizadas para el Plan Ganadero 2017 – 2021 (2017, p7), se describe la situación de la actividad ganadera enfocándose en tres crianzas: bovinos, ovinos y alpacas:

En el Perú la actividad ganadera se realiza en las regiones de la Costa, Sierra y Selva, las cuales determinan los diversos sistemas y características productivas en cada tipo de crianza. Ante ello, la ganadería debe desarrollarse en base a las potencialidades que ofrece cada región, y al uso de modernas tecnologías de crianza, con el objeto de contar con una ganadería competitiva dentro de una economía regional, nacional y global. Paralelamente, se debe promover el fortalecimiento de la institucionalidad y la asociatividad con fines empresariales; así como, la protección, aprovechamiento y desarrollo de la producción y mercado interno.

La ganadería en nuestro país se desarrolla básicamente bajo tres modalidades:

*Tabla n.º 2.1. Desarrollo de la Ganadería en el Perú.*

<b>Ganadería Comercial</b>	<b>Pequeña y mediana ganadería</b>	<b>Ganadería con producción de subsistencia</b>
<b>Ubicación: Costa</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Crianzas modernas intensivas con ganado de raza.</li><li>• Especialización en la producción de leche y carne.</li><li>• Productores con alto nivel de instrucción educativa.</li><li>• Productores se encuentran fuertemente organizados.</li><li>• Acceso a algún tipo de crédito e información.</li></ul>	<b>Ubicación: Costa, sierra y selva</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Explotaciones semi-intensivas y extensivas, con ganado criollo y criollo mejorado.</li><li>• Representan un alto porcentaje de la población rural.</li><li>• Productores con nivel de instrucción educativa intermedia.</li><li>• No tienen acceso al crédito formal y a la información.</li><li>• Productores se encuentran débilmente organizados.</li><li>• Vinculación semi- desarrollada con el mercado.</li></ul>	<b>Ubicación: Costa, sierra y selva.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pocas cabezas de ganado, en su totalidad criollo.</li><li>• Complementan la actividad con cultivos.</li><li>• Poseen reducida superficie agrícola y de pastos naturales manejados.</li><li>• Productores con bajos niveles de instrucción educativa. No cuentan con organizaciones gremiales.</li><li>• Su organización es predominantemente territorial.</li><li>• Débil articulación con el mercado.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor nivel asociativo vinculado al mercado.</li> <li>• En esta categoría predomina la producción intensiva de porcinos, engorde de bovinos y ganadería lechera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción orientada al mercado local y regional.</li> <li>• En esta categoría se encuentran los pequeños ganaderos lecheros; así como, la ganadería extensiva bovina, ovina y un reducido número de alpaqueros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de estrategias de autoconsumo en su producción.</li> <li>• Agrupa a la mayoría de productores a nivel nacional.</li> <li>• En esta categoría se encuentran las comunidades campesinas; así como, los criadores de ganado ovino, bovino, porcino y camélidos sudamericanos.</li> </ul>
--	--	---

*Fuente: Plan Ganadero 2017 - 2021 (2017)*

### 2.2.3.2. Alimentación animal

Rama de la Zootecnia que se ocupa de todos los aspectos encaminados a proporcionar la cantidad de sustancias nutritivas (alimentos) adecuada para procurar un estado óptimo de los animales domésticos; esto requiere un conocimiento de: los nutrientes de los alimentos ingeridos para la liberación de energía, desarrollo y mantenimiento de las estructuras corporales y la regulación y mantenimiento de los procesos metabólicos de las funciones vitales. Caravaca, et al. (2005, p243).

*Tabla n.º 2. 2. Ejemplo de concentrado para vacas lecheras.*

<b>Ingredientes</b>	<b>Concentrado A</b>	<b>Concentrado B</b>	<b>Concentrado C</b>	<b>Concentrado D</b>
Maíz o sorgo molido	-	-	24 kg	-
Polvillo de arroz	30 kg	69 kg	17 kg	67 kg
Coronta de maíz	15 kg	-	15 kg	-
Pasta de algodón	20 kg	-	-	10 kg
Harina de pescado	7 kg	12 kg	16,5 kg	-
Melaza de caña	25 kg	16 kg	25 kg	22 kg
Sal común	1 kg	1 kg	1 kg	2 kg
Sal mineral	2 kg	2 kg	1,5 kg	1 kg
<b>Total</b>	<b>100 kg</b>	<b>100 kg</b>	<b>100 kg</b>	<b>100 kg</b>

*Fuente: Blanco, Malaver, Pezo (2013, p11)*



*Figura n.º 2. 9. Mezcla de un Concentrado (Mezclado manual)*



*Fuente, Agrobanco (2013, p25)*

*Figura n.º 2. 10. Mezcla de un alimento balanceado de engorde (maquina mezcladora)*



*Fuente, Agrobanco (2013, p28)*

### **2.2.3.3. Homogeneidad del alimento balanceado**

#### **Relación entre uniformidad de mezclado y rendimiento animal**

Los animales en crecimiento son probablemente menos sensibles a la uniformidad de mezclado de lo que se ha creído hasta ahora. Con la información disponible, un CV de 12 por ciento, sería adecuado para pollos parrilleros y cerdos en inicio. Un CV de 15 a 20 por ciento sería adecuado para cerdos en finalización. La información también indica que los métodos y procedimientos para medir el grado de uniformidad de mezclado requieren ser afinados con el objeto de determinar cuál es el mejor trazador que pueda predecir el grado de mezclado en función del rendimiento animal y exactamente qué grado de uniformidad es necesario para el crecimiento óptimo de las diferentes especies y nivel de producción animal. Sin embargo, se recomienda a la industria de alimentos balanceados, continuar con un control estricto del mezclado con el objeto de producir alimentos bien mezclados. Especialmente si estos contienen aditivos tales como: antibióticos, arsenicales, urea, entre otros, que pueden causar una intoxicación al animal. Vargas E. (1998, p75).

El Coeficiente de variación

El coeficiente de variación, CV, es un cociente entre el desvío estándar y la media de los datos. Este coeficiente permite comparar la variabilidad de diferentes muestras de una población o la variabilidad entre variables diferentes. En general un CV menor al 10 %, indica que los datos tienen poca variabilidad, que es lo mismo que decir que los valores observados son en general, cercanos al valor medio. Diczovski L. (2008, Pg. 30).

El Desvío Estándar.

El Desvío Estándar es la medida de dispersión más ampliamente usada y es la más estable ya que depende de todos los valores de la distribución. Es el promedio de desviación de los valores con respecto a la media, aunque una definición completa sería: “la raíz cuadrada de la suma de las desviaciones alrededor de la media, e levadas al cuadrado y divididas entre el número de casos menos uno” en el caso de “S”.

Cuando se trabaja con muestras el desvío estándar se simboliza con una “S” y con la letra sigma minúscula “ $\sigma$ ” cuando se usan datos de una población. Su fórmula de cálculo tradicional es:

$$\sigma = \sqrt{\sum_1^N \frac{(x_i - \mu)^2}{N}}, \quad S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(x_i - x)^2}{n-1}}$$

Dicovski L. (2008, Pg. 28).

#### **2.2.3.4. Ahorro que origina el empleo de alimentos balanceados**

- Conocimientos del criador, sobre nutrición animal, principios nutritivos y procedimientos de fabricación.
- Mano de obra
- Cantidad de alimentos consumidos
- Tiempo y preocupaciones en las adquisiciones de las materias primas
- Tiempo en la administración de los alimentos
- Dinero invertido en remedios
- Dinero perdido en animales muertos

Se debe destacar que progresivamente más personas están consumiendo, cada una, más carne, leche y huevos. Ello se ha logrado a través de notables avances en las técnicas de crianza, alimentación y administración, significando:

- para los productores (granjeros, ganaderos, avicultores, etc.)
- una gran disminución en la cantidad de trabajo y de alimento requerido
- mayores ganancias por mayor productividad.

Para los consumidores:

- precios razonables
- buena calidad

Como sabemos, en este progreso han jugado un papel fundamental los alimentos científicamente formulados, consecuencia inmediata del avance espectacular en los conocimientos sobre nutrición animal. Kosac A. (1968, p96).

#### **2.2.3.5. Tiempo de Mezclado**

El tiempo de mezclado óptimo, es el tiempo mínimo que requiere la mezcladora para alcanzar una uniformidad de mezclado aceptable. Debe medirse en cada mezcladora al menos dos veces al año y ser una actividad rutinaria en cada fábrica de alimentos balanceados (Behnke, 1997 a). Debido a que es afectado por muchas variables como el tipo

de mezcladora, su propio diseño, el desgaste de las cintas o paletas de mezclado y el llenado de la mezcladora, este constituye la causa más común de la baja uniformidad de mezclado. Vargas E. (1998, p66).

### **2.3. Marco conceptual**

#### **Alimento Balanceado, dieta o ración**

Es una mezcla de ingredientes calculada para satisfacer los requerimientos nutritivos en una etapa productiva dada.

#### **Aditivo**

Todo ingrediente añadido deliberadamente, que normalmente no se consume en forma directa como alimento, tenga o no valor nutricional y que influye en las características del alimento o de los productos animales. Se incluyen los microorganismos, enzimas, reguladores de acidez, oligoelementos, vitaminas y otros productos, en función de la finalidad de su empleo y del método de administración.

#### **Alimento para animales (pienso)**

Todo material simple o compuesto, ya sea elaborado, semielaborado o sin elaborar, que se emplea directamente en la alimentación de animales.

#### **Alimento medicado**

Cualquier alimento que contenga medicamentos veterinarios, con el objetivo de prevenir o tratar enfermedades, promover el crecimiento o mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia u otros.

#### **Contaminación cruzada**

Es el proceso por el cual los alimentos entran en contacto con sustancias ajenas, generalmente nocivas para la salud.

#### **Costo**

El costo o coste es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Al determinar el costo de producción, se puede establecer el precio de venta al público del bien en cuestión (el precio al público es la suma del costo más el beneficio).

### **Costo indirecto**

Es aquel costo que afecta al proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación. Por ejemplo, alquiler de una nave industrial o salario de personal administrativo.

### **Centroide**

También conocido en física como centro de gravedad y en geometría como baricentro, es el caso especial del centro de masas en el que el objeto tiene su peso uniformemente distribuido, o si la figura y densidad del objeto son simétricas en ese punto. Si todas las masas son iguales, o si no las tomamos en cuenta, al centroide también se le conoce como isobaricentro.

### **Esfuerzos**

Cuando una fuerza (o un momento) actúa sobre un elemento de un cuerpo o de una estructura, se ven afectadas en mayor o menor medida todas las partículas del mismo. A estas partículas llega el resultado de esa acción que intenta deshacer el equilibrio que existía antes de que esta fuerza existiese. Las partículas para mantener el equilibrio, para mantener su unión y la propia cohesión del cuerpo, reaccionarán con un conjunto de fuerzas internas que intentan mantener unido el cuerpo. Estas fuerzas internas son los esfuerzos o tensiones. Tenemos esfuerzos de tracción, compresión, flexión, torsión, cizalla y pandeo.

### **Ganadería Intensiva**

Consiste en la industrialización de la explotación ganadera. Para ello, el ganado se encuentra estabulado, bajo unas condiciones creadas de forma artificial, con el objetivo de incrementar la producción de carne y otros derivados animales como huevos, leche, lana, etc. en el menor tiempo posible. Por eso que son necesarias grandes inversiones en instalaciones, tecnología, mano de obra, etc. para poner en funcionamiento plantas ganaderas de este tipo.

### **Ganadería Extensiva**

Esta práctica emplea métodos tradicionales de explotación ganadera, en los que se imitan los ecosistemas naturales para un desarrollo más favorable de los animales. Su objetivo, es el de utilizar el territorio de una manera perdurable. Dentro de este tipo de ganadería podríamos añadir el subgrupo Ganadería Sostenible, que además mantiene un nivel de producción sin perjudicar al medio ambiente.

**Homogeneizar**

Transformar en homogénea una cosa compuesta de elementos diversos o hacer que cosas diversas tengan características homogéneas.

**Mano de obra**

Se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como mental que se aplica durante el proceso de elaboración de un bien. El concepto también se aprovecha para apuntar hacia el costo de esta labor (es decir, el dinero que se le abona al trabajador por sus servicios).

**Potencia mecánica**

Se define como la rapidez con que se realiza un trabajo. Se mide en watts (W) y se dice que existe una potencia mecánica de un watt cuando se realiza un trabajo de un joule por segundo.

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGIA**

#### **2.3. Formulación de Hipótesis**

##### **2.3.1. Hipótesis General**

Es posible diseñar una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios Alimentos Balanceados.

##### **2.3.2. Hipótesis Específicas**

Diseñar una Maquina Mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados.

Diseñar una Maquina Mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados.

#### **2.4. Variables**

##### **2.4.1. Variable Independiente**

Diseño de Maquina.

Dimensiones:

- Selección de materiales.
- Dimensionar elementos de la máquina.
- Planos de fabricación.
- Potencia.
- Establecer las especificaciones técnicas.
- Costos de Fabricación.

#### **2.4.2. Variable Dependiente**

Mezcla de alimentos balanceados.

Dimensiones:

- Calidad (Prueba de homogeneidad de la mezcla de alimentos).
- Costos (Costos de los alimentos producidos por la maquina mezcladora).

#### **2.5. Diseño de la Investigación**

##### **2.5.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es aplicativo, ya que, se está diseñando una máquina que tiene aplicación directa en la mezcla de alimentos balanceados de pequeños ganaderos. Generando conocimiento para resolver un problema específico.

##### **2.5.2. Nivel de la Investigación**

El nivel de investigación es explicativo, ya que, con el desarrollo del presente trabajo de investigación, se está dando a conocer el comportamiento de la variable dependiente (mezcla de alimentos balanceados), a partir de información de la variable independiente (Diseño de máquina y sus correspondientes parámetros de funcionamiento: capacidad, velocidad y tiempo de mezclado), a través de la prueba de homogeneidad y con un coeficiente de variación menor al 10%.

##### **2.5.3. Población y Muestra**

La población que se ha tomado, es la producción de una corrida de la maquina mezcladora de 350 kg. En la cual se han tomado 100 muestras para su análisis.

##### **2.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se dispone a analizar la mezcla de alimentos utilizando una velocidad de 17.5 RPM, para lo cual se procede a recoger muestras en cinco lugares diferentes de la maquina mezcladora, siendo estos en las cuatro esquinas y en la parte central de la máquina, estas muestras serán recogidas entre los minutos 1 - 20. Así, en el minuto uno se tendrá cinco muestras, en el minuto dos se tendrá cinco muestras, así como también en el minuto 20.

Con respecto a la comparación de costos, se toma como referencia cotizaciones de alimentos balanceados preparados versus alimentos preparados con la maquina mezcladora diseñada.



#### **2.5.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Se procederá a realizar el mezclado utilizando los ingredientes de harina de maíz, torta de soya y trigo entero, se analizará la concentración de trigo entero contenido en las muestras y se determinará el promedio de las concentraciones, comparándolo con la concentración teórica además se debe tener el coeficiente de variación de las muestras menor al 10 %, para asegurar una mezcla homogénea óptima.

Con relación a la comparación de costos, se realiza una proyección de la inversión en la adquisición de la maquina mezcladora (costos de fabricación) y los costos de operación y mantenimiento, se procede a calcular el TIR y VAN en un tiempo de 4 años, donde se determinará el volumen mínimo a mezclar para poder recuperar la inversión comparándolo con un costo de oportunidad de 20% anual.

## **CAPITULO 4**

### **DISEÑO DE MAQUINA MEZCLADORA**

#### **4.1. Materiales**

Según la información de SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria), “Los piensos deben mezclarse de forma que se reduzcan al mínimo las posibilidades de una contaminación cruzada entre los piensos o ingredientes de piensos que pueda afectar su inocuidad; asimismo ha de respetarse el periodo de suspensión para los piensos e ingredientes de piensos que contengan productos farmacológicos”.

Los materiales a emplearse en la elaboración de la maquina mezcladora de alimento balanceado serán de acero al carbono ASTM A36. Ya que, la restricción según SENASA, es no contaminar los alimentos. Construir la maquina con acero al carbono, es beneficioso económicamente si lo comparamos con acero inoxidable. Además, al tratarse de mezclar alimentos en polvo (relativamente secos) y utilizar aceite de origen vegetal o animal como parte de la dieta del ganado, no se corre el riesgo de corrosión y posterior contaminación del alimento con oxido, ya que el aceite estaría protegiendo el metal ante este problema.

Todos los materiales empleados son de tipo comercial ASTM A36, que se disponen en diferentes empresas comercializadoras de metales.

#### **4.2. Calculo de potencia**

Para mezclar 350 Kg de alimento, con las dimensiones establecidas en la maquina mezcladora, se utilizó para las pruebas un motor de marca WEG 5HP trifásico. Datos de la placa:

Potencia: 5.0 HP

FP: 0.82 (factor de potencia)

SF: 1.25 (60 Hz, factor de servicio)

NEMA EFF: 87.5 % (eficiencia)

Según estos datos, hallar la potencia de línea usando la ecuación 1. Haciendo el cálculo de la corriente máxima en el motor eléctrico utilizado 5 HP:

$$Pot_{Salida} = 5 \times 746 = 3730 \text{ W}$$

$$Pot_{Entrada} = \frac{Pot_{Salida}}{EFF}$$

$$Pot_{Entrada} = \sqrt{3} \times I \times V \times FP$$

I: Intensidad de línea

V: Voltaje

FP: Factor de potencia.

1 HP = 746W

$$Pot_{Entrada} = \frac{3730}{0.875} = 4263 \text{ W}$$

$$Pot_{Entrada} = 4263 \text{ W} = \sqrt{3} \times I \times V \times FP = \sqrt{3} \times I \times 220 \times 0.82$$

Corriente de línea:  $I = 13.64 \text{ A}$

Para la velocidad de 17.52 RPM, se tiene una intensidad de corriente medida con un amperímetro de pinza: 8.5 A.

Calculo de potencias:

Para V = 17.5 RPM:

I = 8.5 A

V = 220 V

$$Pot_{Entrada} = \sqrt{3} \times I \times V \times FP = \sqrt{3} \times 8.5 \times 220 \times 0.82 = 2656 \text{ W}$$

$$Pot_{Salida} = Pot_{Entrada} \times EFF = 2656 \times 0.875 = 2324 \text{ W} = 3.12 \text{ HP}$$

Por lo tanto, se utiliza un motor eléctrico con 4 HP de potencia.

#### 4.3. Dimensionar elementos de la máquina – Calculo estructural.

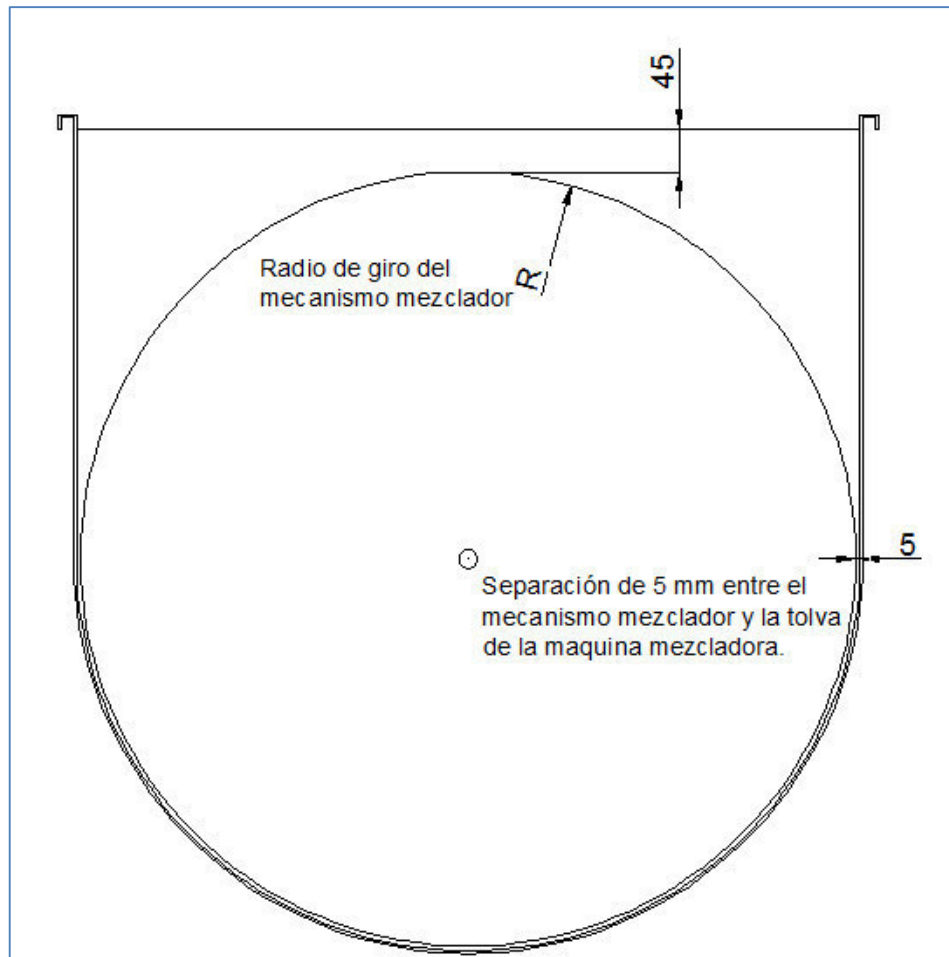
##### 4.3.1. Diseño de la tolva

Determinar el volumen máximo de la Maquina Mezcladora. La máxima carga será de 350 kg por corrida de la maquina mezcladora.

##### Parámetros de partida para el diseño de la tolva

La máxima distancia que puede tener la hélice con respecto a la tapa de la maquina mezcladora es de 45 mm, tal como se ilustra en figura (xxx). Utilizando una plancha de 1200 mm x 2400 mm, y haciendo el dobles por el lado de 2400 mm, se debe obtener el mayor volumen posible:

Figura n.º 4. 2. Vista de perfil de la Tolva.



Fuente: elaboración propia.

$$MAX AREA = \frac{\pi R^2}{2} + \left( \frac{2300 - \pi R}{2} \right) 2R$$

$$MAX AREA = 2300R - \frac{\pi R^2}{2}$$

$$1150 - \frac{\pi R}{2} - R \geq 40$$

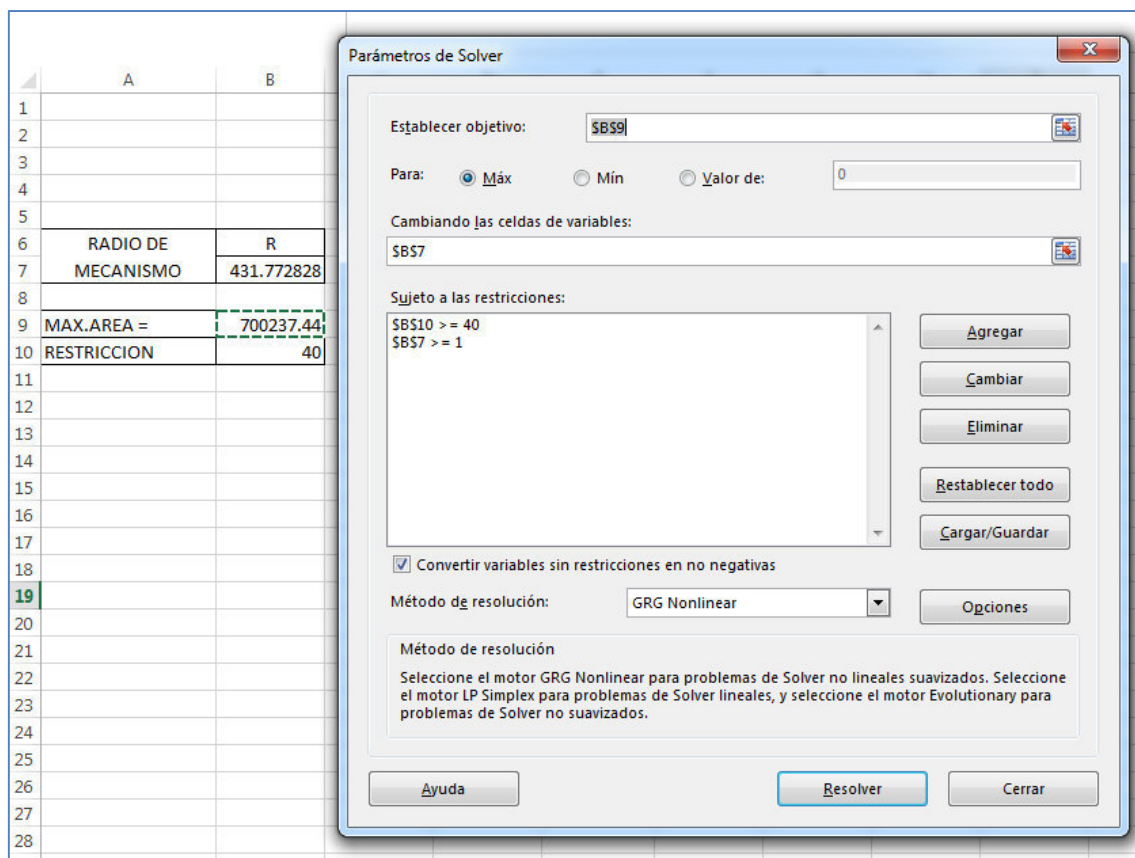
$$R \geq 0$$

Resolviendo la ecuación y determinando el área máxima que se puede obtener utilizando el comando Solver de EXCEL, se obtiene un radio de 432 mm. Con este radio se obtiene el área máxima que puede generarse con la plancha de 3 mm x 1200 mm x 2400 mm.

Por lo tanto el máximo volumen que se puede obtener con una plancha de 1200 mm x 2400 mm es:

$$700237.44 \text{ mm}^2 \times 1200 \text{ mm} = 840284928 \text{ mm}^3 = 0.84 \text{ m}^3 \text{ (Máxima capacidad en volumen).}$$

Figura n.º 4. 3. Maximizar área con Excel.



Fuente: elaboración propia.

La carga que soportara la maquina es de 350 kg, el volumen que ocupara esta carga es variable, dependiendo de la fórmula que se va a preparar, por lo cual, se utiliza una densidad promedio que se obtiene de 4 alimentos balanceados.

Densidades de los alimentos balanceados, obtenidos experimentalmente, estas densidades son referenciales y solo sirven para hallar la capacidad de la maquina mezcladora debido a que pueden variar según la formulación empleada.

Alimento para terneros (res): 368.15 kg/m<sup>3</sup>.

Alimento para cuy (fase crecimiento): 398.9kg/m<sup>3</sup>

Alimento para cerdos (inicio): 557.85 kg/m<sup>3</sup>.

Alimento para pollos (fase crecimiento): 668.07 kg/m<sup>3</sup>

El nivel máximo que se debe llenar la maquina será a 5 cm por debajo de la hélice de mayor tamaño por lo tanto el volumen disponible es:

$$Area_{disponible} = 700237.44 \text{ mm}^2 - 95 \text{ mm} \times 870 \text{ mm} = 617587 \text{ mm}^2$$

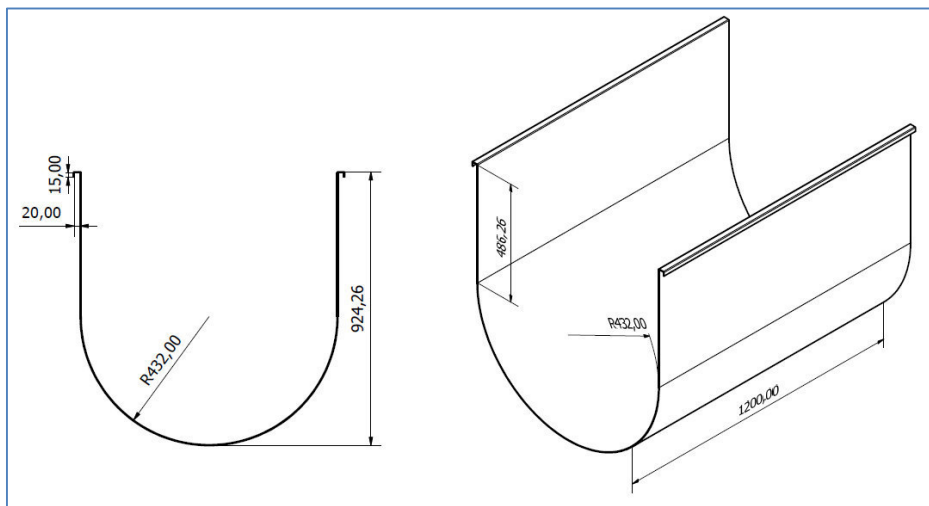
$$Vol_{disponible} = 617587 \text{ mm}^2 \times 1200 \text{ mm} = 741104400 \text{ mm}^3 = 0.7411 \text{ m}^3$$

Considerando las densidades halladas, en el caso del alimento de ternera y cuy la capacidad lo limita el volumen ocupado, puesto que solo se podrá mezclar en estos casos: 270 kg y 295 kg respectivamente.

En el caso del alimento para cerdo y pollos, la capacidad lo determina el peso de los alimentos, siendo estos volúmenes: 0.6274 m<sup>3</sup> y 0.524 m<sup>3</sup> respectivamente.

Conociendo el radio de curvatura de la tolva, se determina las medidas finales:

Figura n.º 4. 4. Tolva



Fuente: elaboración propia.

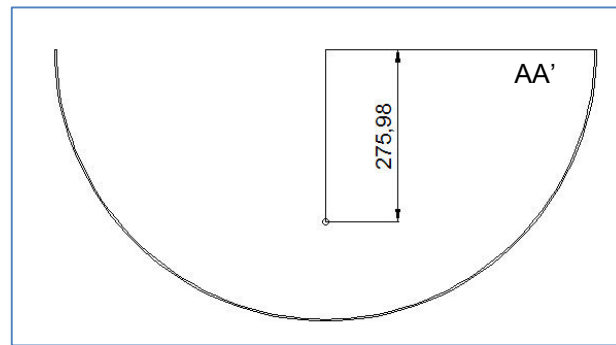
Determinar los esfuerzos máximos de tensión y compresión en la tolva

Área de la sección transversal

$$Area = \left[ 3 \times 15 + \left( \frac{\pi \times 3^2}{4} \right) \times 2 + 20 \times 3 + 486.259 \times 3 \right] \times 2 + \frac{\pi}{2} \times (435^2 - 432^2) = 7241 \text{ mm}^2$$

Calculo del centroide de la sección rolada de radio 432 mm.

Figura n.º 4. 5. Centroide de la sección rolada.



Fuente: elaboración propia.

#### Calculo del momento de inercia de la sección rolada de radio 435 mm.

Para obtener el momento de inercia del área dada, se resta el momento de inercia del semicírculo menor al mayor.

Utilizando el teorema de los ejes paralelos para obtener los momentos de inercia de las semicircunferencias:  $I_{X'} = I_X + A \times D^2$

$I_{X'}$ : Momento de inercia del área semicircular mayor de radio 435 mm, respecto al eje AA'.

$I_X$ : Momento de inercia del área semicircular mayor de radio 435 mm, con respecto a su propio eje centroidal paralelo al eje AA'.

A: área de la sección semicircular.

D: distancia entre ejes AA' y eje centroidal.

Semicircunferencia mayor: momento de inercia igual a:  $1/8 \times \pi \times r^4 = 14061022835 \text{ mm}^4$

Área de la semicircunferencia mayor:  $\pi \times r^2 / 2 = 297233.9349 \text{ mm}^2$

Distancia del centroide hasta el eje superior AA' es igual al centroide:  $4 \times r / 3 \times \pi = 184.62 \text{ mm}$

$$14061022835 = I_X + 297233.93 \times 184.62^2$$

$$I_X = 3929968777 \text{ mm}^4$$

Para obtener el momento de inercia del semicírculo con respecto al centroide de la sección rolada se vuelve a utilizar el teorema de los ejes paralelos y la distancia es la diferencia entre el centroide de la semicircunferencia y el centroide de la sección rolada, antes calculada:

$$I_1 = 3929968777 + 297233.93 \times (275.976 - 184.62)^2 = 6410661148 \text{ mm}^4$$

Semicircunferencia menor: momento de inercia igual a:  $1/8 \times \pi \times r^4 = 13677126790 \text{ mm}^4$

Área de la semicircunferencia mayor:  $\pi \times r^2 / 2 = 293148.2937 \text{ mm}^2$

Distancia del centroide de la semicircunferencia hasta el eje superior AA' es igual al centroide:

$$4 \times r / 3 \times \pi = 183.3464 \text{ mm}$$

$$13677126790 = I_x + 293148.2937 \times 184.62^2$$

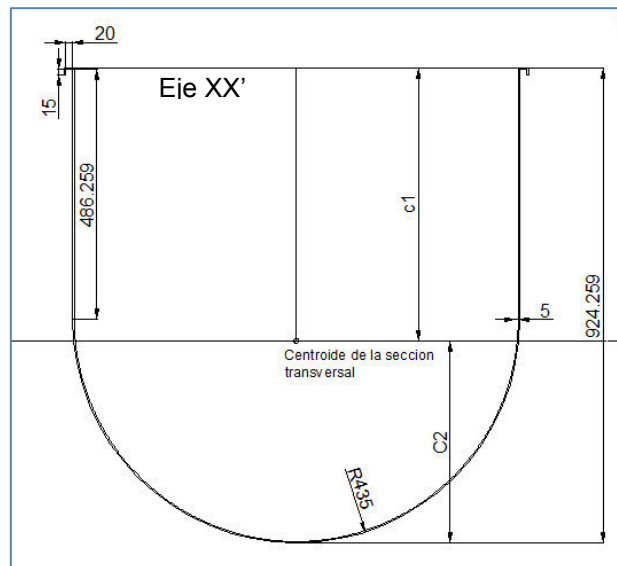
$$I_x = 3929968777 \text{ mm}^4$$

Nuevamente se utiliza el teorema de los ejes paralelos para la circunferencia menor:

$$I_2 = 13677126790 + 293148.2937 \times (275.976 - 183.346)^2 = 6337938275 \text{ mm}^4$$

Por lo tanto el momento de inercia de la sección rolada es:  $I_1 - I_2 = 72722360.87 \text{ mm}^4$

Figura n.º 4. 6. Momento de inercia de la tolva.



Fuente: elaboración propia.

Calculo de los centroides de la sección de la tolva.

Utilizando la ecuación 6, centroide de áreas compuestas, se tiene el primer momento de área de la sección de tolva:

$$Q_T = 7241c_1 = \left[ 3 \times 15 \times 10.5 + \frac{\pi \times 3^2}{4} \times 2 \times \left( 3 - \frac{4 \times 3}{3\pi} \right) + 20 \times 3 \times 1.5 + 486.259 \times 3 \right. \\ \left. \times \left( 3 + \frac{486.259}{2} \right) \right] \times 2 + \frac{\pi}{2} \times (435^2 - 432^2) \times (275.975 + 489.259)$$

$$Q_T = 7241c_1 = 3845695.1$$

$$c_1 = 531.1 \text{ mm}$$



$$c_2 = 393.159 \text{ mm}$$

$Q_T$ : Primer momento del área de la sección de tolva con respecto al eje XX'.

$c_1$ : Distancia del centroide de la sección de tolva hacia el eje XX'.

Calculo del momento de inercia de la sección transversal, con el teorema de Steiner, utilizando la ecuación 8:

$$I_T = 2 \times \left[ \left[ \frac{1}{12} \times 3 \times 15^3 + 45 \times (531.1 - 10.5)^2 \right] + \left[ \frac{1}{12} \times 20 \times 3^3 + 20 \times 3 \times (531.1 - 10.5)^2 \right] \right. \\ \left. + \left[ \frac{1}{12} \times 3 \times 486.259^3 + 3 \times 486.259 \times \left( 531.1 - \left( \frac{486.259}{2} + 3 \right) \right)^2 \right] \right] \\ + \left[ 72722360.87 + \frac{\pi}{2} \times (435^2 - 432^2) \times (234.135^2) \right] + 4 \\ \times \left( \frac{1}{16} \times \pi \times 3^4 + \frac{\pi \times 3^2}{4} \times 529.37^2 \right)$$

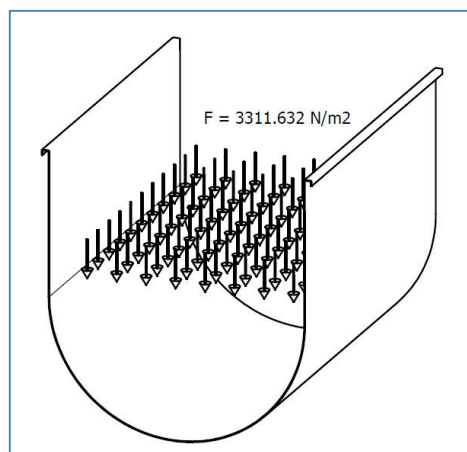
$$I_T = 657085150.4 \text{ mm}^4$$

$I_T$ : Momento de inercia de la sección de tolva.

Fuerza que ejerce la masa del alimento a la superficie inferior de la tolva: 350 kg de alimento.

$$F = (350 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) / (0.864 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}) = 3311.632 \text{ N/m}^2$$

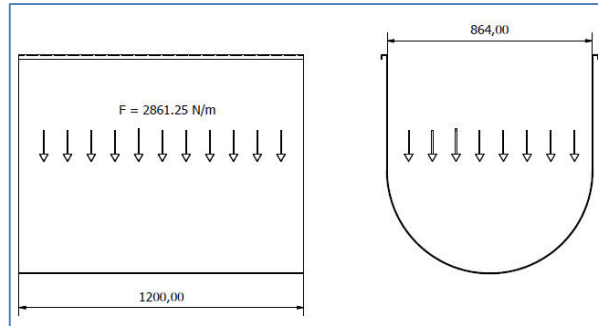
Figura n.º 4. 7. Fuerza o peso sometido a la tolva.



Fuente: elaboración propia.

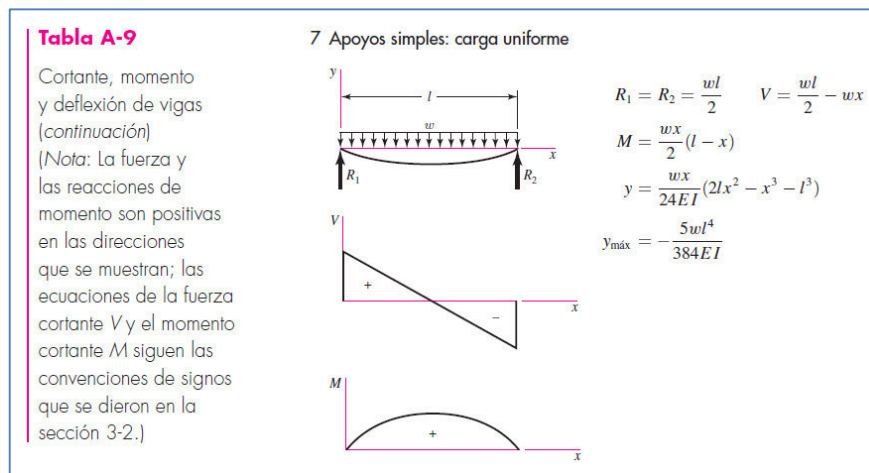
Hallando el esfuerzo cortante y momento flector que se ejerce a la tolva:

Figura n.º 4. 8. Fuerza por unidad de longitud



Fuente: elaboración propia.

Figura n.º 4. 9. Esfuerzo en viga con carga uniforme.



Fuente: elaboración propia.

$$R_1 = 1716.75 \text{ N}$$

$$R_2 = 1716.75 \text{ N}$$

$$M = 515.025 \text{ N} \times \text{m}$$

Hallando los esfuerzos de tracción y compresión respectivamente:

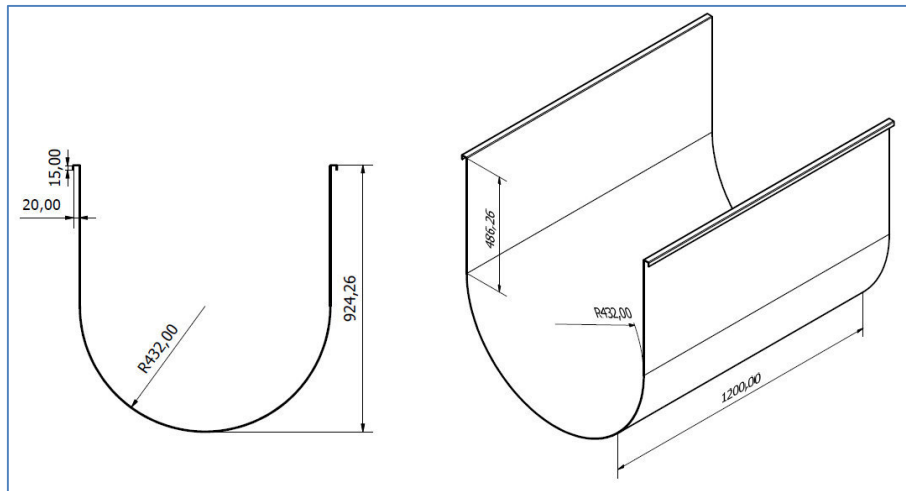
$$\sigma_{\text{traccion}} = \frac{M \times c_2}{I} = \frac{515.025 \times 0.393159}{6.5708 \times 10^{-4}} = 308161.43 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_{\text{Compresion}} = \frac{M \times c_1}{I} = \frac{515.025 \times 0.5311}{6.5708 \times 10^{-4}} = 416280.78 \text{ N/m}^2$$

Según tablas, el esfuerzo de tracción no debe ser mayor de 250 MPa.  $0.308161 \text{ MPa} \ll 250 \text{ MPa}$ .

Por lo tanto el diseño de la tolva con una plancha de 1200 mm x 2400 mm x 3 mm, es adecuado para los esfuerzos presentes.

Figura n.º 4. 10. Diseño final de tolva.



Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. Cálculo de diámetro del eje.

Para el presente cálculo se utilizarán las ecuaciones 2, 3 y 4:

Considerando un factor de seguridad igual a 2.5, (FS = 2.5), además, el esfuerzo cortante máximo para un acero estructural ASTM A36 es:  $\tau_{Max} = 145 \text{ MPa}$

H: 2324 Watts

n: 17.5 RPM.

$$T = 9.55 \frac{H}{n} = 9.55 \times \frac{2324}{17.5} = 1268 \text{ N x m}$$

$$T_2 = FS \times 1268 \text{ N x m} = 2.5 \times 1268 = 3170 \text{ N x m}$$

$$\tau_{Max} = \frac{T_2 \times r}{J} = \frac{3170 \times d}{2 \times \left( \frac{\pi \times d^4}{32} \right)} = 145 \text{ MPa}$$

T: Torque.

$T_2$ : Torque multiplicado con factor de seguridad.

FS: Factor de seguridad.

$\tau_{Max}$ : Esfuerzo cortante máximo por torsión.

J: Momento polar.

r: radio.

Despejando el diámetro se obtiene:

$d = 0.048 \text{ m} = 48 \text{ mm}$  (diámetro mínimo), por lo tanto el eje a elegir será de 50 mm de diámetro.

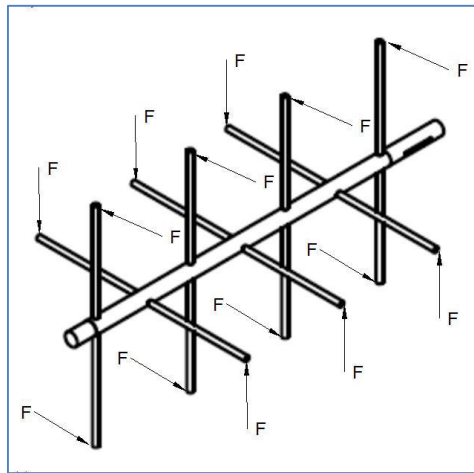
#### 4.3.3. Cálculo de diámetro de las varillas, largo 400 mm.

Considerando un factor de seguridad de 2:

$$T_2 = 1268 \text{ N} \times m \times 2$$

$$T_2 = 2536 \text{ N} \times m$$

Figura n.º 4. 11. Fuerzas ejercidas a las varillas de largo 400 mm.

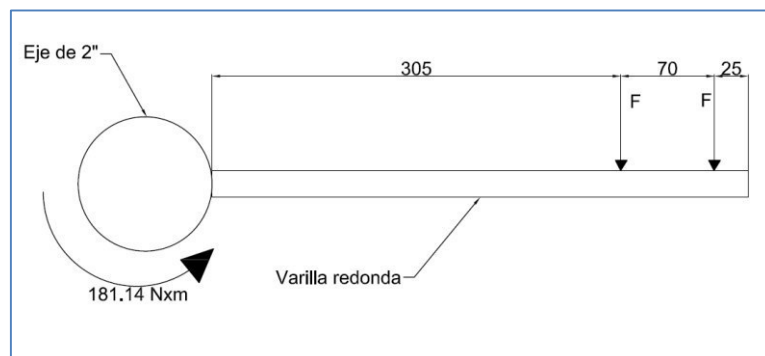


Fuente: elaboración propia.

El momento total o torque es dividido entre catorce (14 varillas)

$$M_2 = \frac{2536 \text{ N} \times m}{14} = 181.14 \text{ N} \times m$$

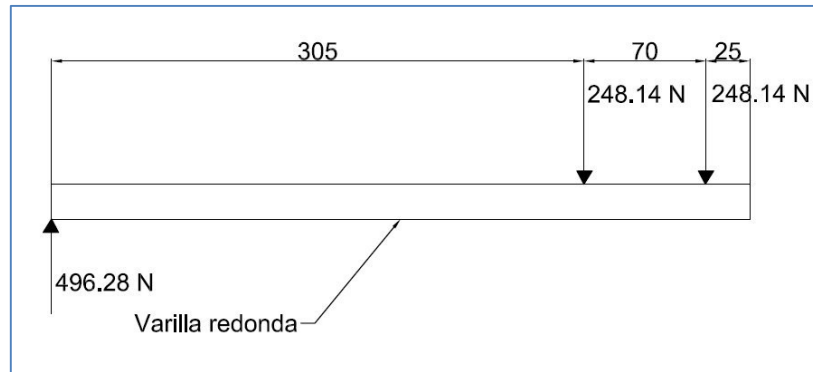
Figura n.º 4. 12. Fuerzas en la varilla de 3/4".



Fuente: elaboración propia.

Por equilibrio de fuerzas y momento,  $F = 248.14 \text{ N}$

Figura n.º 4. 13. Diagrama de cuerpo libre de la varilla de 3/4".



Fuente: elaboración propia.

Análisis de la varilla redonda sometida a esfuerzo de flexión por F:

$$M = 496.28X - 0.07 \times 310.18 = 168.73 \text{ N} \times \text{m}$$

$$\sigma = \frac{M \times c}{I} = \frac{168.73 \times r}{\pi/4 \times r^4} = 250 \text{ MPa}$$

$r = 0.019014 \text{ m} = 19.014 \text{ mm}$  de diámetro (diámetro mínimo), por lo tanto el eje a elegir será de 3/4 mm  $\Leftrightarrow$  19.05 mm de diámetro.

#### 4.3.4. Cálculo del espesor de las hélices

Considerando un FS de 2:  $T_2 = 2536 \text{ N} \times \text{m}$

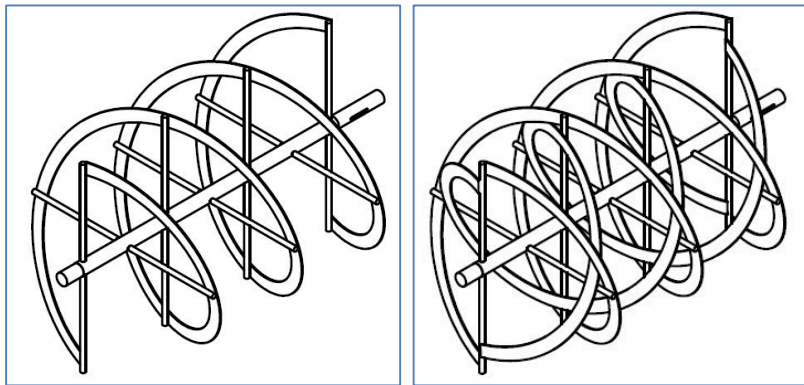
Según el diseño se tiene cuatro hélices de 2" de ancho:

Dos hélices son de largo 3941.5 mm y las otras dos son de 3317.5 mm.

El objetivo de este cálculo es analizar el esfuerzo de flexión de una parte de la hélice, específicamente, de una sección de hélice que se encuentre entre dos varillas de diámetro 3/4".

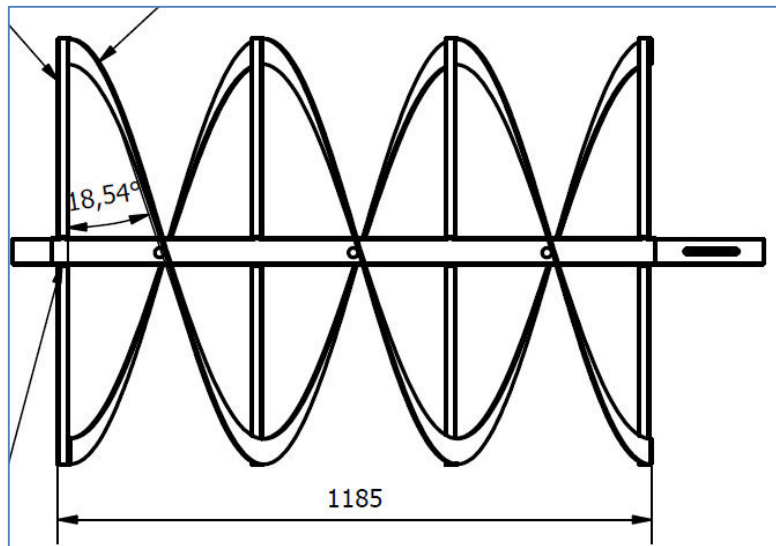
La longitud de la sección a estudiar es de largo:  $3941.5 \text{ mm} / 6 = 657 \text{ mm}$ . Se divide entre 6, ya que, la longitud de la hélice mayor se divide en seis secciones, tal como se muestra, cada sección es un cuarto de circunferencia:

Figura n.º 4. 14. Sistema de cintas helicoidales.



Fuente: elaboración propia.

Figura n.º 4. 15. Vista de perfil del sistema de cintas helicoidales.

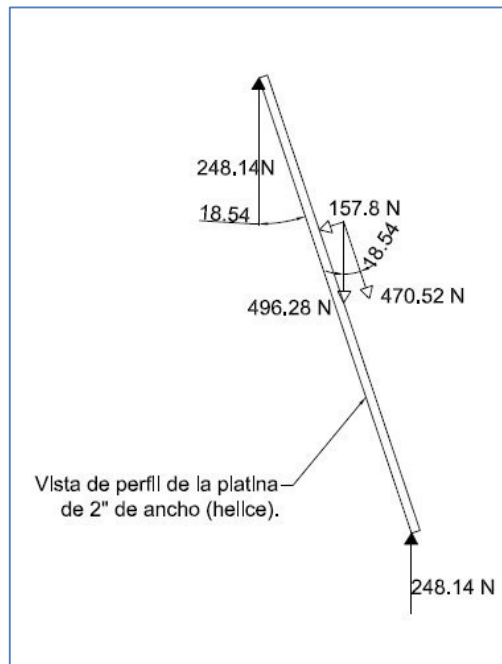


Fuente: elaboración propia.

El ángulo formado por las hélices son aprox. 18.54 grados.

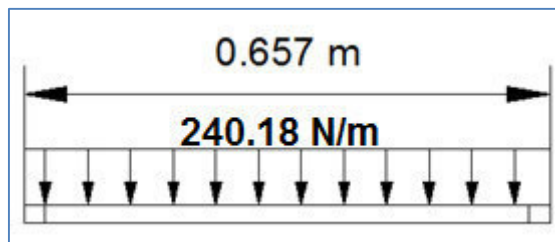
La fuerza en esta sección es de 496.28 N. Descomponiendo esta fuerza en triangulo de fuerzas:

Figura n.º 4. 16. Diagrama de cuerpo libre de una sección de la hélice.



Fuente: elaboración propia.

Figura n.º 4. 17. Fuerza distribuida en la sección de hélice.



Fuente: elaboración propia.

$$M = \frac{w \times x}{2} (l - x)$$

Momento máximo en la mitad de la sección:

$l$ : Longitud total.

$M$ : momento en N x m.

$$x = 0.657 \text{ m} / 2$$

$$w = 240.18 \text{ N} / \text{m}$$

$$M = \frac{240.18 \times \left(\frac{0.657}{2}\right)}{2} \left(0.657 - \frac{0.657}{2}\right) = 12.96 \text{ N} \times \text{m}$$

$$\sigma = \frac{M \times c}{I} = \frac{12.96 \times (h/2)}{(1/12 \times 0.0508 \times h^3)} = 250 \text{ MPa}$$

$$h = 2.47 \text{ mm}$$

Por lo tanto se usa una platina de 2" de ancho y 3/16 pul de espesor (4.7 mm).

#### 4.3.5. Cálculo de cordón de soldadura en la base de la varilla de Dia. 3/4" pul. Soldado al eje de Dia. 2" pul.

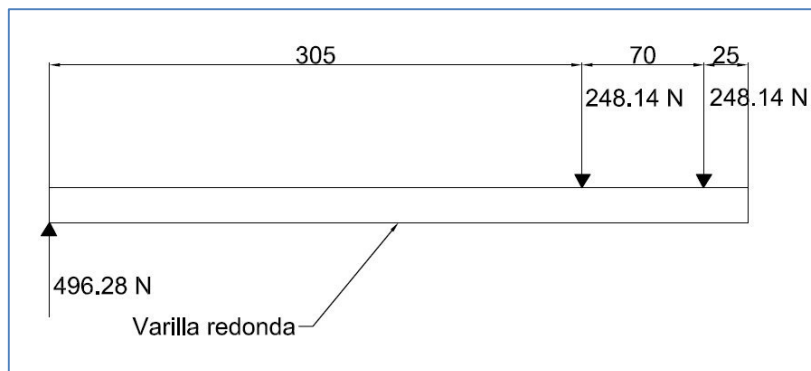
La unión de la varilla que soporta a las hélices será soldado al eje de 2", por medio de electrodos de para acero al carbono E 6011.

Figura n.º 4. 18. Unión por soldadura en la base del eje de 50 mm.



Fuente: elaboración propia.

Haciendo referencia a figura n.º 4.13.



Fuente: elaboración propia.

Hallando el esfuerzo cortante primario en la sección soldada:

V: Fuerza cortante.

A: área de la garganta.

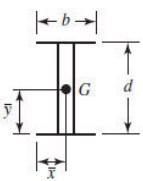
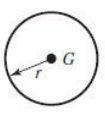
$\tau'$ : Esfuerzo cortante primario de la sección soldada.

$$\tau' = \frac{V}{A}$$



$$V = \sin 45 \times 496.28 \text{ N} = 3501 \text{ N} = 78.7 \text{ lb}$$

Figura n.º 4. 19. Áreas de gargantas de soldadura.

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_G = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi hr$		$I_G = \pi r^3$

Fuente: Budynas R, Nisbett L. (2008, Pág. 473).

$$A = 1.414\pi hr = 1.41 \times \pi \times 1/4" \times 3/8" = 0.4165 \text{ pul}^2$$

$$\tau' = \frac{V}{A} = \frac{78.7}{0.4165} = 189 \text{ lb/pul}^2$$

Hallando el esfuerzo cortante nominal:

$$I = \pi \times r^3 = \pi \times \left(\frac{3}{8}\right)^3 = 0.16567 \text{ pul}^3$$

$$\tau = \frac{Mc}{I} = \frac{1493.12 \times 3/8}{0.16567} = 3379.7 \text{ lb/pul}^2$$

El esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1 000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial es de 18,000 Psi. Anexo

Los esfuerzos cortantes primario y nominal son menores que el esfuerzo cortante permisible de 18,000 Psi. Por lo tanto, el cordón de soldadura de 1/4" soporta dichos esfuerzos.

#### 4.4. Costos de la maquina

Como primer análisis, se realiza el costeo de la maquina mezcladora de alimento balanceado diseñado. Así como: materiales, mano de obra, servicios de corte y dobléz.

Materiales:

*Tabla n.º4.1 Elementos de tolva.*

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Tapa Lateral A	PL 3mm x 966mm x 870mm	PL 3mmx1200x2400	840420.00	0.29
Tapa Lateral B	PL 3mm x 1016 x 870mm	PL 3mmx1200x2400	883920.00	0.31
Tolva	PL 1200X2400X3mm	PL 3mmx1200x2400	2880000.00	1.00

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla n.º4.2 elementos de estructura soporte de tolva*

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Soportes de tolva	TB 50x50x2mm - 1500mm	TB 50mmx50mmx2mm	6000.00	1.00
Union de soportes A	TB 50x50x2mm - 870mm	TB 50mmx50mmx2mm	1740.00	0.29
Union de soportes B	TB 50x50x2mm - 1100mm	TB 50mmx50mmx2mm	2200.00	0.37
Pata de soporte	Platina 3/16" x 2"x150mm	Platina 3/16" x 2"	600.00	0.10
Canal soporte de chumacera	PL 3/16" x 864mm x 100mm	PL 3/16" x1200x2400	172800.00	0.06
Placa soporte de canal 70x50x3-16	PL 3/16" x 70mm x 50mm	PL 3/16" x1200x2400	14000.00	0.00

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla n.º4.3. Elementos de estructura Eje - Hélices

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Helice A	Platina 3/16"x2" x 8400mm	Platina 3/16" x 2"	8400.00	1.40
Soporte de Helice	Barra redonda Dia. 3/4" x 400mm	Barra redonda Dia. 3/4"	5600.00	0.93
Eje 2" x 1500mm	Barra redonda Dia. 2" x 1500mm	Barra redonda Dia. 2" x	1446.00	0.24
Helice B	Platina 3/16"x2" x 7500mm	Platina 3/16" x 2"	7500.00	1.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º4.4. Elementos de estructura soporte de compuerta de salida

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Soporte de compuerta A	Platina 3/16" x 1" x 400mm	Platina 3/16" x 1"	1600.00	0.27
Soporte de compuerta B	Platina 3/16" x 1" x 170mm	Platina 3/16" x 1"	170.00	0.03
Soporte de compuerta C	Platina 3/16" x 1" x 150mm	Platina 3/16" x 1"	150.00	0.03
Estructura de salida A	PL 3mm x 157mm x 146mm	PL 3mmx1200x2400	22922.00	0.01
Estructura de salida B	PL 3mm x 308mm x150mm	PL 3mmx1200x2400	46200.00	0.02
Conjunto bisagra	Dia 3/4" x 4"	Bisagra comercial Dia 3/4" x 4"	-	2.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º4.5. Elementos de compuerta de salida.

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Platina puerta salida A	Platina 3/16" x 1" x 40mm	Platina 3/16" x 1"	80.00	0.01
Platina Puerta salida B	Platina 3/16" x 1" x 90mm	Platina 3/16" x 1"	90.00	0.02
Plancha puerta de salida	PL 3mm x 115mm x 200mm	PL 3mmx1200x2400	23000.00	0.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º4.6. Elementos de estructura puerta de llenado.

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Angulo para compuerta A	Angulo 1" x 1" x 1/8" x 860mm	Angulo 1" x 1" x 1/8"	1720.00	0.29
Angulo para compuerta B	Angulo 1" x 1" x 1/8" x 1200mm	Angulo 1" x 1" x 1/8"	2400.00	0.40
Perfil T para compuerta A	Perfil T 1" x 860mm	Perfil T 1"	860.00	0.14
Perfil T para compuerta B	Perfil T 1" x 1200mm	Perfil T 1"	1200.00	0.20
Plancha para compuerta	PL 1.0mm x 420mm x 590mm -	PL 1.5mmx1200x2400	991200.00	0.34
Tope de tapa	TB 50mm x 50mm x 352mm	TB 50mmx50mmx2mm	704.00	0.12
Marco de tapa de maquina A	Angulo 1 x 1 x 1/8 x 1200mm	Angulo 1" x 1" x 1/8"	2400.00	0.40
Marco de tapa de maquina B	Angulo 1 x 1 x 1/8 x 864mm	Angulo 1" x 1" x 1/8"	1728.00	0.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º4.7. Elementos de estructura soporte de motorreductor.

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Angulo soporte de motor	Angulo 3/16" x 2" x 870mm	Angulo 3/16" x 2"	870.00	0.15
Canal soporte de Motorreductor	PL 3/16" x 140mm x 870mm	PL 3/16" x1200x2400	121800.00	0.04
Tubo soporte de Motorreductor A	TB 50 x 50 x 2mm - 350mm	TB 50mmx50mmx2mm	700.00	0.12
Tubo soporte de Motorreductor B	TB 50 x 50 x 2mm - 752mm	TB 50mmx50mmx2mm	1504.00	0.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º4.8. Motor y sistema de transmisión

Nombre	Descripción	Material	Metraje	Metraje en Pzas.
Chumacera de pie 50mm	Dia Interior 50mm (2")	-	2.00	2.00
Motorreductor 4.0 HP 40-1 HelicoidalL	4 HP	-	1.00	1.00
Piñon A 14T-1 (1" Simple) C/Trat.	Paso 1"	-	1.00	1.00
Piñon B 8T-1 (1" Simple) C/Trat.	Paso 1"	-	1.00	1.00
Cadena	Paso 1"	-	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n.º4.9. Resumen de Costo de materiales mano de obra y servicios

Material	Unidades	Sub total	Redondeo	Precio	Subtotal
PL 3mmx1200x2400	Und.	1.63	2	185	370
TB 50mmx50mmx2mm	Und.	2.14	2.5	66.5	166.25
Platina 3/16" x 2"	Und.	2.75	3	40	120
PL 3/16" x1200x2400	Und.	0.11	0.2	275	55
Barra redonda Dia 2"	Und.	0.25	0.25	470	117.5
Barra redonda Dia 3/4"	Und.	0.93	1	45.5	45.5
Platina 3/16" x 1"	Und.	0.35	0.5	18.6	9.3
Bisagra comercial Dia 3/4" x 4"	Und.	2.00	2	5	10
Angulo 1" x 1" x 1/8"	Und.	1.37	1.5	23.5	35.25
Perfil T 1"	Und.	0.34	0.5	32	16
PL 1mmx1200x2400 - Galv.	Und.	0.34	0.5	74	37
Angulo 3/16" x 2"	Und.	0.15	0.17	71.3	11.8
Chumacera 50mm	Und.	2.00	2	76.7	153.4
Motorreductor 5.0 HP 40-1 HelicoidalL	Und.	1.00	1	4248	4248
Piñon A 14T-1 (1" Simple) C/Trat.	Und.	1.00	1	53.1	53.1
Piñon B 8T-1 (1" Simple) C/Trat.	Und.	1.00	1	70.8	70.8
Cadena	Und.	1.00	1	53.1	53.1
Electrodos 1/8" E6011	kg	10.00	10	11	110
Servicio de corte y dobléz	-	-	-	-	300
Costo de mano de obra	-	-	-	-	560
				<b>Total</b>	<b>S/. 6542.08</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.5. Diferencia de costos entre alimento balanceado comprado vs alimento mezclado por la maquina mezcladora.**

Como segundo análisis de costos, se compara los costos del alimento adquirido por una empresa comercializadora de alimento balanceado (opción 1) versus los costos del alimento mezclado en la propia granja de crianza por medio de la maquina mezcladora diseñada (opción 2).

Para efectos de establecer una comparación entre estas dos opciones, se considera el alimento balanceado destinado a la crianza de pollos de engorde.

El objetivo de este análisis es determinar la cantidad de alimento balanceado que se tendrá que preparar como mínimo para poder recuperar la inversión de la maquina mezcladora. Con el VAN igual a cero y un TIR igual a la tasa de interés anual de 20% (3.09% bimestral). La proyección estimada será de 4 años (tiempo de vida útil de la maquina mezcladora). Este tiempo se desagrega en bimestres ya que una campaña de producción de pollos de engorde dura entre 42 y 45 días más 15 días de descanso del galpón, equivalente a 2 meses. Además, la opción 1, el alimento adquirido por la empresa comercializadora puede durar un mes en buenas condiciones de almacenamiento, según la opinión de profesionales y empresas comercializadoras. Lo que significa que como mínimo se comprara dos veces en una campaña de crianza. Mientras la opción de preparar los alimentos balanceados en la propia granja proporciona la ventaja de hacer una sola compra en toda la campaña de crianza, mientras el volumen de compras sea menor o igual a 22 toneladas por campaña, ya que, dicho volumen es la capacidad máxima de carga, en promedio, de los transportes. La diferencia de esta comparación será considerada como ingreso en el flujo de caja proyectado.

Tabla n.º4.10. Formulación de alimento en % para pollos en sus tres etapas.

<b>Ingrediente</b>	<b>Inicio</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Acabado</b>
<b>Maíz</b>	58.4	59.9	61.5
<b>Torta de soya</b>	28	29	28.5
<b>Harina de pescado</b>	7.2	4	2
<b>Aceite de palma</b>	3	3.3	4.5
<b>Carbonato de calcio</b>	1.5	1.5	1.5
<b>Fosfato dicalcico</b>	1	1.3	1.3
<b>Cloruro de colina</b>	0.1	0.15	0.15
<b>Bicarbonato de sodio</b>	0.15	0.2	0.2
<b>Sal</b>	0.13	0.22	0.22
<b>Aflaban milbond</b>	0.25	0.25	0.25
<b>Metionina</b>	0.37	0.2	0.15
<b>Lisina</b>	0.1	0.17	0.11
<b>Treonina</b>	0.08	0.18	0.07
<b>Proapak premix vit</b>	0.1	0.15	0.15
<b>Baczin (mbd)</b>	0.03	0.03	0.03
<b>Fungiban</b>	0.05	0.1	0.1
<b>Uniban - sacox</b>	0.03	0.03	0.03
<b>Avizine</b>	0.05	0.05	0.05
<b>Colimix</b>	0.03	0.03	0.02
<b>Phizame</b>	0.015	0.015	0.015

Fuente: UNALM – Programa de aves (2015)

La siguiente tabla muestra la cantidad en Kg de ingredientes de alimento balanceado que será preparado como mínimo para una campaña de crianza de pollos de engorde con un VAN igual a cero. Además, según los cálculos, esta cantidad de alimento balanceado corresponde a la crianza de 1386 pollos por campaña.



Tabla n.º4.11. Cantidades en Kg. de ingredientes para una campaña de 1386 pollos.

Descripción	Para 1386 pollos		
	Inicio	Crecimiento	Acabado
<b>Maíz</b>	769.79	2071.36	1063.54
<b>Torta de soya</b>	369.08	1002.83	492.86
<b>Harina de pescado</b>	94.91	138.32	34.59
<b>Aceite de palma</b>	39.54	114.11	77.82
<b>Carbonato de calcio</b>	19.77	51.87	25.94
<b>Fosfato dicalcico</b>	13.18	44.95	22.48
<b>Cloruro de colina</b>	1.32	5.19	2.59
<b>Bicarbonato de sodio</b>	1.98	6.92	3.46
<b>Sal</b>	1.71	7.61	3.80
<b>Aflaban</b>	3.30	8.65	4.32
<b>Metionina</b>	4.88	6.92	2.59
<b>Lisina</b>	1.32	5.88	1.90
<b>Treonina</b>	1.05	6.22	1.21
<b>Premix inicio</b>	1.32	5.19	2.59
<b>Promotor de crecimiento</b>	0.40	1.04	0.52
<b>Fungiban</b>	0.66	3.46	1.73
<b>Coccidiostato</b>	0.40	1.04	0.52
<b>Enzimas avizyme</b>	0.66	1.73	0.86
<b>Colimix</b>	0.40	1.04	0.35
<b>Enzimas phyzyme</b>	0.20	0.52	0.26
	<b>1325.65</b>	<b>3484.30</b>	<b>1743.69</b>

Fuente: Elaboración propia.

Costo de ingredientes de alimento balanceado que será preparado como mínimo para una campaña de crianza de pollos de engorde con un VAN igual a cero.

Tabla n.º4.12 Costo de ingredientes para una campaña de 1386 pollos.

Descripción	Precios x	Inicio	Crecimiento	Acabado	Total kg	Total s/.
Maíz	1.05	804.43	2164.57	1111.40	3904.69	4080.40
Torta de soya	1.75	645.89	1754.95	862.51	1864.76	3263.34
Harina de pescado	2.61	247.70	361.02	90.27	267.81	698.99
Aceite de palma	2.70	106.77	308.11	210.11	231.48	624.99
Carbonato de calcio	0.17	3.26	8.56	4.28	97.58	16.10
Fosfato dicalcico	2.41	31.82	108.53	54.28	80.62	194.63
Cloruro de colina	3.40	4.48	17.64	8.82	9.10	30.94
Bicarbonato de sodio	1.64	3.23	11.31	5.66	12.35	20.20
Sal	0.50	0.86	3.80	1.90	13.13	6.56
Aflaban	3.52	11.61	30.45	15.23	16.26	57.28
Metionina	10.71	52.23	74.06	27.78	14.39	154.06
Lisina	5.69	7.51	33.47	10.83	9.10	51.81
Treonina	3.35	3.53	20.84	4.05	8.49	28.43
Premix inicio	14.80	19.50	76.75	38.38	9.10	134.64
Promotor de crecimiento	6.81	2.69	7.07	3.54	1.95	13.30
Fungiban	10.40	6.86	35.97	17.99	5.85	60.81
Coccidiostato	19.00	7.51	19.71	9.86	1.95	37.08
Enzimas avizyme	27.70	18.26	47.89	23.95	3.25	90.10
Colimix	11.68	4.62	12.12	4.04	1.78	20.78
Enzimas phyzyme	44.30	8.76	22.98	11.49	0.98	43.23
		<b>1991.52</b>	<b>5096.82</b>	<b>2516.36</b>	<b>6554.62</b>	<b>9627.68</b>

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo los cálculos respectivos, se debe mezclar 6554.62 kg de alimento balanceado bimestralmente para tener un VAN igual a cero con una tasa interna de retorno del 20% anual (3.09% bimestral) en una proyección de cuatro años.

Mejor costo de alimento balanceado preparado por una empresa competitiva y reconocida en el mercado.

Tabla n.º4.13. Costos de alimento balanceado preparado por una empresa comercializadora.

Descripción	Precio
<b>Inicio</b>	1.59
<b>Crecimiento</b>	1.56
<b>Acabado</b>	1.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n.º4.14. Comparación de costos - alimento mezclado en granja vs comercial

Costos	Mezclado en Granja	Comprado - preparado	Diferencia
<b>Inicio</b>	1991.52	2107.78	116.26
<b>Crecimiento</b>	5096.82	5435.52	338.69
<b>Acabado</b>	2516.36	2685.28	168.92
<b>Transporte</b>	331.07	496.61	165.54
<b>Gasto en compras</b>	40.00	80.00	40.00
		<b>Total</b>	829.41

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se detalla información considerada para realizar el flujo de caja proyectado:

Tabla n.º4.15. Datos de Flujo de caja proyectada.

<b>Inversión</b>	-6542.083333
<b>Costo de Mano de Obra/Kilo</b>	0.012
<b>Sueldo mensual</b>	1000.00
<b>Sueldo por día</b>	33.33
<b>Producción/día (1 obrero (kg))</b>	2800
<b>Interés anual</b>	20%
<b>interés bimestral</b>	3.09%
<b>TIR</b>	3.09%
<b>VAN</b>	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n.º4.16. Flujo de caja proyectado 24 bimestres.

	Bimestral																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ingresos	0.0	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4	829.4
Costo de Inversión	-6542.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Costo de M. Obra		-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0
Energía		-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9	-8.9
Depreciación		-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6	-272.6
Costo de Mant.		-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0
Flujo	-6542.1	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9	389.9

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. Planos de fabricación

Los planos se encuentran en el Anexo 11.

#### 4.7. Especificaciones técnicas

ESPECIFICACIONES TECNICAS							
Realizado por:		Eder Luque Mendoza			Fecha:		10/01/2019
Máquina -Equipo:		Maquina Mezcladora de alimento balanceado					
CARACTERISTICAS GENERALES							
Peso:	442 kg	Altura:	2.4 m	Ancho:	1.362 m	Largo:	2.020 m
Características Técnicas:				Foto de la maquina:			
Capacidad: 350 Kg. Voltaje de entrada: 220 V Trifásico. Potencia: 5 HP. Velocidad: 17.5 RPM.							
Función:							
Mezcla de alimentos balanceados para ganado. Tiempo recomendado de mezclado: 16 minutos							

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8. Prueba de homogeneidad

Se realiza una prueba, mezclando 350 Kg de alimento en la maquina mezcladora. Esta cantidad de alimento contiene 10.8 Kg de trigo, este trigo será el elemento a analizar para comparar sus concentraciones en las muestras a fin de determinar el coeficiente de variación en los tiempos contenidos entre 1 – 20 minutos, en cada minuto se extrae cinco muestras de 250 a 450 gramos cada una. La finalidad de la prueba es determinar en qué tiempo el coeficiente de variación es menor o igual al 10%. La velocidad de la máquina para esta prueba es de 17.5 RPM. La cantidad total de muestras en cada prueba es de 100.

*Figura n.º 4. 20. Pesado de ingredientes, maíz molido nacional.*



*Fuente, Elaboración propia.*

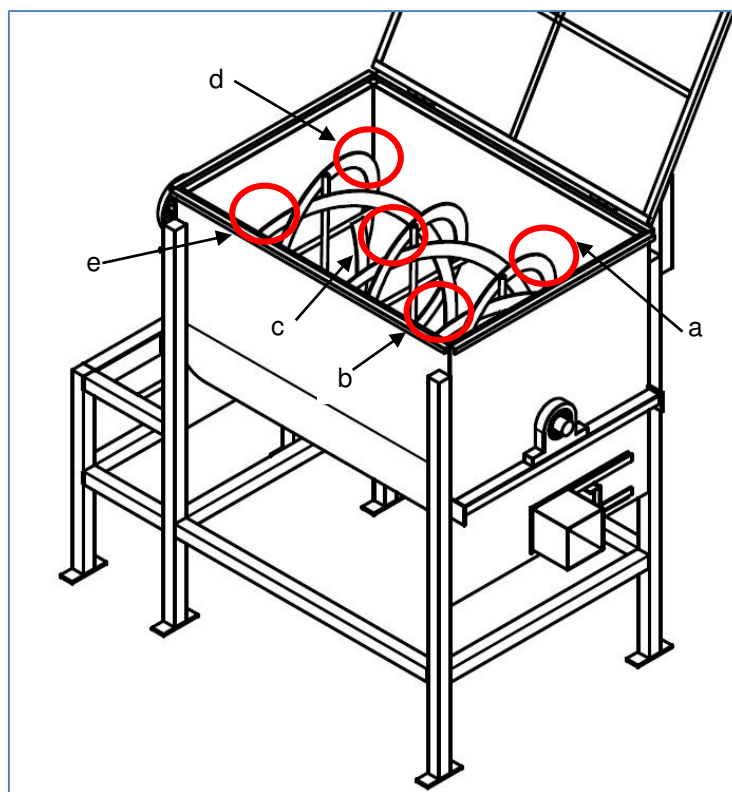
*Figura n.º 4. 21. Pesado de ingredientes Torta de soya importada.*



*Fuente, Elaboración propia.*

Se extrae cinco muestras en cada minuto de mezclado. Estas muestras son tomadas en las siguientes posiciones:

*Figura n.º 4. 22. Posición de las muestras*



*Elaboración: fuente propia.*

Tabla n.º 4. 17. Peso de las muestras.

Peso de las muestras en gramos					
Tiempo	Muestra				
Min	a	b	c	d	e
1	412	340	343	290	400
2	340	279	455	331	347
3	376	214	215	202	233
4	293	257	315	272	206
5	176	271	204	316	215
6	263	189	204	224	193
7	236	454	215	379	394
8	325	299	296	321	222
9	308	288	245	271	411
10	374	331	349	319	294
11	404	385	402	407	370
12	229	225	259	474	439
13	348	413	315	384	454
14	479	280	276	318	280
15	312	346	292	250	253
16	412	365	266	317	376
17	377	320	375	331	227
18	320	330	411	385	317
19	323	314	280	368	373
20	367	299	439	390	389

Fuente: elaboración propia



Tabla n.º 4. 18. Peso del elemento de prueba.

Peso del elemento de prueba en gramos (trigo)					
Tiempo	Muestra				
Min	a	b	c	d	e
1	10	12	13	3	5
2	10	9	14	11	13
3	8	6	6	7	8
4	8	8	11	9	6
5	6	10	6	7	5
6	7	5	6	7	6
7	6	15	6	12	13
8	10	9	10	11	6
9	9	9	8	8	13
10	11	8	9	11	10
11	13	12	13	13	12
12	7	7	8	16	15
13	11	12	10	13	15
14	15	8	9	11	10
15	10	11	9	8	8
16	12	10	8	9	11
17	12	9	12	10	7
18	9	10	12	12	9
19	9	12	9	13	13
20	13	9	14	13	11

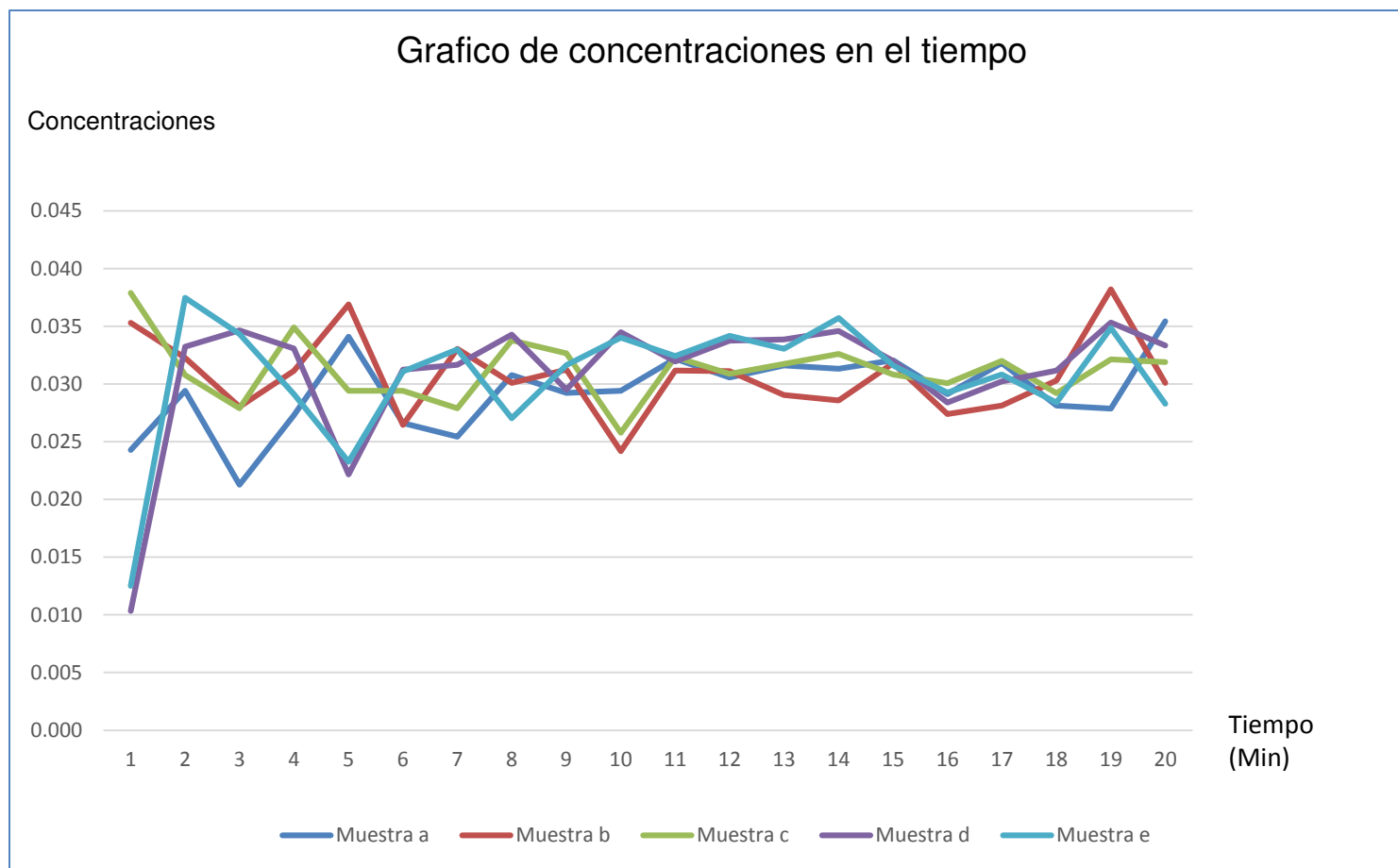
Fuente: elaboración propia

Tabla n.º 4. 19. Tabla de concentraciones.

Concentración del elemento de prueba en la mezcla (concentración del trigo en el alimento)								
Tiempo Minutos	Muestra					Promedio	Desviación Estándar	Coef. Variación
	a	b	c	d	e			
1	0.01159	0.00870	0.00743	0.02186	0.02957	0.02	0.01	60.32
2	0.03439	0.02545	0.02190	0.02949	0.03226	0.03	0.01	17.64
3	0.02837	0.02346	0.02007	0.01872	0.02500	0.02	0.00	16.74
4	0.02013	0.03056	0.03436	0.03237	0.01935	0.03	0.01	29.60
5	0.02765	0.01992	0.03200	0.02273	0.03000	0.03	0.01	23.31
6	0.02830	0.02532	0.02715	0.02155	0.02451	0.03	0.00	10.26
7	0.02346	0.02968	0.02302	0.03196	0.03226	0.03	0.01	22.18
8	0.02239	0.02980	0.02740	0.02951	0.03077	0.03	0.01	24.42
9	0.02462	0.02195	0.03030	0.02709	0.03095	0.03	0.01	26.10
10	0.02395	0.02557	0.02809	0.02286	0.02747	0.03	0.00	8.73
11	0.02889	0.03093	0.03057	0.02978	0.03219	0.04	0.00	13.25
12	0.03104	0.02906	0.03185	0.03155	0.02683	0.04	0.00	7.23
13	0.02889	0.03226	0.02979	0.02989	0.02875	0.03	0.00	7.12
14	0.02817	0.03091	0.02996	0.03134	0.02824	0.04	0.00	8.50
15	0.02658	0.02989	0.02711	0.02990	0.02797	0.03	0.00	8.33
16	0.02506	0.02730	0.02817	0.02703	0.02625	0.03	0.00	2.60
17	0.02895	0.02865	0.02681	0.03015	0.02670	0.03	0.00	9.54
18	0.02821	0.02985	0.03030	0.02521	0.02933	0.03	0.00	7.14
19	0.03030	0.03419	0.02965	0.02761	0.03077	0.03	0.00	7.83
20	0.02810	0.02375	0.02746	0.02439	0.02302	0.03	0.00	9.03

Fuente: elaboración propia

Figura n.º 4. 23. Gráfico de concentraciones en el tiempo.



Fuente: elaboración propia

Tomando los datos desde el minuto 13, se tienen 30 datos de concentraciones, esta información se analizará para saber si esta muestra sigue una distribución normal, usando la prueba de Kolmogorov Smirnov.

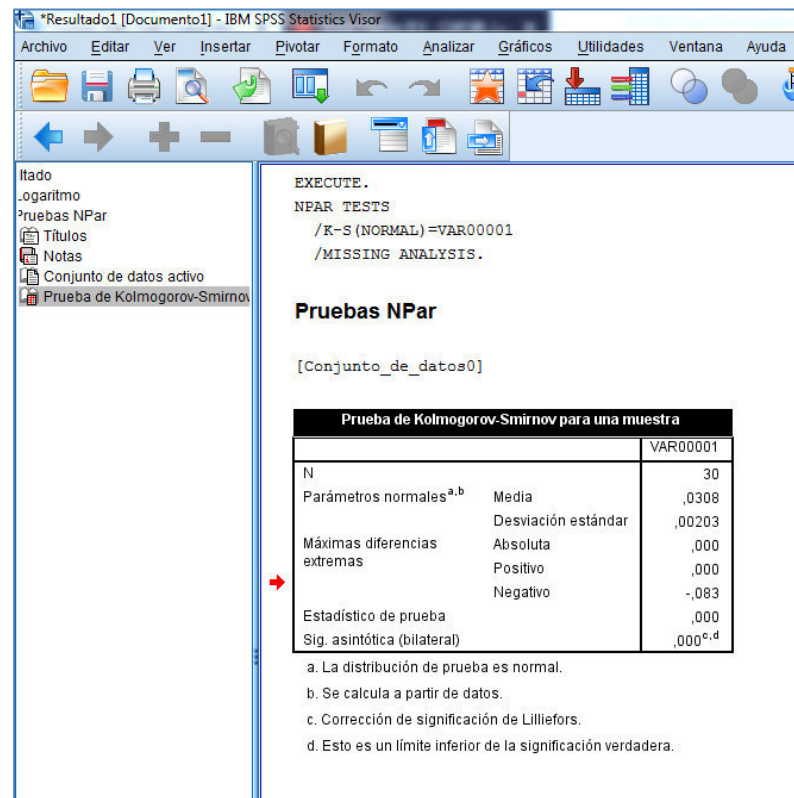
*Tabla n.º 4. 20. Concentraciones de las muestras para prueba de bondad de ajuste.*

<b>Nº Muestra</b>	<b>Concentración</b>
<b>1</b>	<b>0.0316</b>
<b>2</b>	<b>0.0313</b>
<b>3</b>	<b>0.0321</b>
<b>4</b>	<b>0.0291</b>
<b>5</b>	<b>0.0318</b>
<b>6</b>	<b>0.0281</b>
<b>7</b>	<b>0.0291</b>
<b>8</b>	<b>0.0286</b>
<b>9</b>	<b>0.0318</b>
<b>10</b>	<b>0.0274</b>
<b>11</b>	<b>0.0281</b>
<b>12</b>	<b>0.0303</b>
<b>13</b>	<b>0.0317</b>
<b>14</b>	<b>0.0326</b>
<b>15</b>	<b>0.0308</b>
<b>16</b>	<b>0.0301</b>
<b>17</b>	<b>0.0320</b>
<b>18</b>	<b>0.0292</b>
<b>19</b>	<b>0.0339</b>
<b>20</b>	<b>0.0346</b>
<b>21</b>	<b>0.0320</b>
<b>22</b>	<b>0.0284</b>
<b>23</b>	<b>0.0302</b>
<b>24</b>	<b>0.0312</b>
<b>25</b>	<b>0.0330</b>
<b>26</b>	<b>0.0357</b>
<b>27</b>	<b>0.0316</b>
<b>28</b>	<b>0.0293</b>
<b>29</b>	<b>0.0308</b>
<b>30</b>	<b>0.0284</b>

Fuente: elaboración propia

A continuación, los resultados de la prueba:

Figura n.º 4. 24. Prueba de Kolmogorov Smirnov.



Fuente: elaboración propia.

Se obtiene que la distribución de las muestras obedece a una distribución Normal.

## CAPITULO 5

### ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

#### 5.1. Presentación de Resultados

Se obtuvo una media de la concentración de trigo en las muestras de:

$0.030828 \frac{\text{g de trigo}}{\text{g de la muestra}}$ , lo cual se compara con la concentración teórica de  $0.030864 \frac{\text{g de trigo}}{\text{g de la muestra}}$ .

Se calculó la cantidad de alimento balanceado que debe ser mezclado para obtener una rentabilidad del 20% anual, considerando una inversión inicial y costos de operación y mantenimiento.

#### 5.2. Contrastación de Hipótesis

##### 5.2.1. Contrastación de las hipótesis específicas:

###### Contrastar la primera hipótesis específica:

Diseñar una Máquina Mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados. Para esta hipótesis se comprueba la calidad del mezclado de los alimentos en la máquina mezcladora, mediante la prueba de homogeneidad y utilizando la prueba Z, muestra grande y desviación estándar poblacional desconocida. Se realiza la prueba con la media de las concentraciones de las muestras.

$$H_0: \mu = 0.030828 \text{ (La máquina mezcla uniformemente los alimentos)}$$

$$H_1: \mu \neq 0.030828 \text{ (La máquina no mezcla uniformemente los alimentos)}$$

Debido a la hipótesis alternativa se emplea una prueba de dos colas.

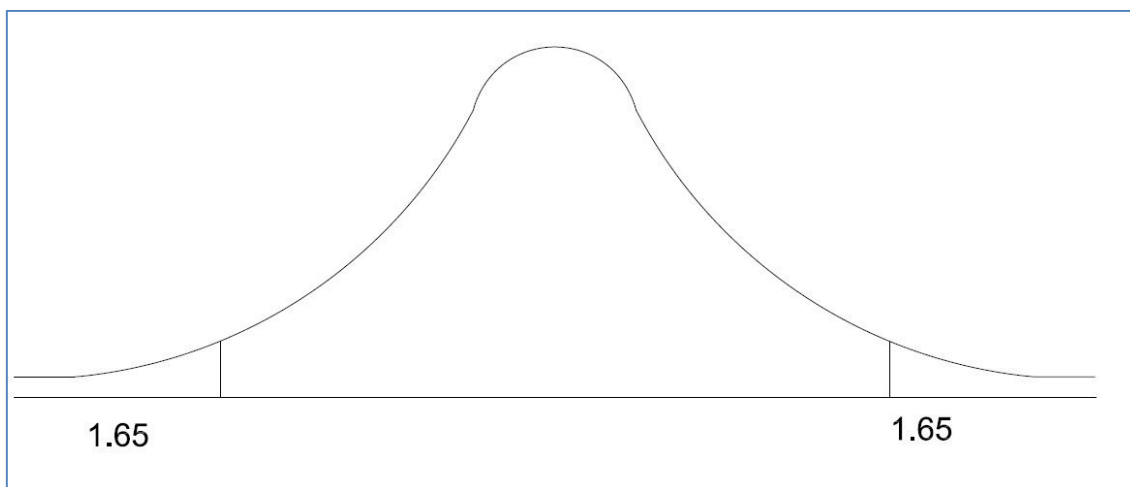
La concentración real es de 0.030857

$$Z = \frac{X - \mu}{S/\sqrt{n}} = \frac{0.030828 - 0.030857}{0.002031/\sqrt{30}} = -0.0782$$

Nivel de significancia de 0.1:

Se tiene una prueba de dos colas:

*Figura n.º 5. 1. Curva de distribución normal.*



*Fuente: elaboración propia.*

Como el estadístico de prueba es  $-0.097$ , se compara con el valor de  $-1.65$ , determinando de este modo que  $-0.0782$  se encuentra en la zona de aceptación a un nivel de significancia de  $0.1$ . Por lo tanto se acepta la hipótesis nula de que la media de las concentraciones es de  $0.030828$  g de trigo /  $1$  gramo de muestra.

Además, los CV (coeficiente de variación), son menores de  $10\%$  a partir del minuto trece en adelante.

#### **Contrastar la segunda hipótesis específica:**

Diseñar una Maquina Mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados. Para esta hipótesis se realiza un análisis de inversión del costo, operación y mantenimiento de la maquina mezcladora y como ingresos se proyectan las diferencias de costos entre los alimentos balanceados comprados versus los alimentos preparados por la maquina mezcladora.

Según la diferencia de costos entre alimento balanceado comprado vs alimento mezclado por la maquina mezcladora. Se debe mezclar  $6,554.62$  kg de alimento balanceado bimestralmente para tener un VAN igual a cero con una tasa interna de retorno del  $20\%$  anual ( $3.09\%$  bimestral). Eso significa que si se mezclara más de  $6,554.62$  kilos de alimento balanceado se estaría aumentando la rentabilidad de la inversión de  $20\%$  anual, que se traduce en una reducción de costo de los alimentos balanceados.

### **5.2.2. Contrastación de la hipótesis general:**

Luego de comprobar individualmente las dos hipótesis específicas en forma positiva, se puede afirmar por añadidura el enunciado de la hipótesis principal de la investigación, sin ser necesario realizar otras pruebas estadísticas. Por lo tanto se afirma que:

**“Es posible diseñar una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios Alimentos Balanceados”.**

### **5.3. Discusión de Resultados**

La investigación tuvo como principal objetivo diseñar una maquina mezcladora de alimento balanceado para ser usado en pequeñas granjas ganaderas. Además, se demuestra que esta máquina contribuye a mejorar la calidad de los alimentos y reducir los costos de los mismos. Según Wong A. (2016), concluye que existe relación entre la homogeneidad final del alimento y el tiempo de mezclado en la máquina. Lo cual se verifica en el presente trabajo de investigación, determinando que el tiempo óptimo de mezclado esta entre 13 – 18 minutos, a una velocidad de 17.5 RPM y una capacidad de 350 Kg por corrida. Además, según Wong A (2016), para obtener una excelente mezcla, se tiene que tener un CV menor al 10%, lo cual se obtiene desde el minuto trece en adelante. Según Escobar E. (2011) la aplicación de una maquina mezcladora de alimento balanceado en una granja avícola permite a dicha empresa ser más competitiva en el mercado. Lo cual se verifica en el presente trabajo, con el análisis de inversión realizado, llegando a determinar que la inversión se recupera en un horizonte de cuatro años y con un costo de oportunidad de 20% anual, mezclando un total de 6554.62 kg bimestralmente.



## **CAPITULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. Conclusiones**

- ✓ Se diseñó una Maquina Mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios alimentos balanceados. El material empleado para la construcción de la maquina mezcladora es acero ASTM A 36, los elementos que componen esta máquina están dimensionados para resistir los esfuerzos generados por la carga de 350 kg. Además, se detallan los planos de fabricación.
- ✓ Se diseñó una Maquina Mezcladora que mejora la calidad de los alimentos balanceados. Esta mejora de la calidad se determina con la prueba de homogeneidad con la cual se comprueba que los alimentos están mezclados uniformemente. Además, se determina que el tiempo de mezcla recomendado es de 13 a 18 minutos, a una velocidad de 17.5 RPM y una capacidad de 350 Kg. Asimismo, se determinó que a partir del minuto trece el CV (coeficiente de variación) es menor al 10%, determinando que el mezclado es excelente.
- ✓ Se determinó que el diseño de una Maquina Mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados. Esta reducción de costos se evidencia cuando se analiza la inversión de adquirir la maquina mezcladora de alimentos balanceados en un horizonte de 4 años, tiempo en que la maquina se deprecia, obteniendo que se debe mezclar como mínimo un total de 6554.2 Kg de alimentos para obtener un VAN igual a cero. Si se mezclase más alimento balanceado que el mencionado, la rentabilidad aumentaría y con ello la disminución de costos de los alimentos.

## **6.2. Recomendaciones**

- ✓ Para operar la maquina se tiene que cargar todos los ingredientes y luego cerrar la tapa para que las partículas finas de los ingredientes no salgan de la máquina y no contaminen el área.
- ✓ Por seguridad, no cargar los ingredientes a la maquina cuando este encendida, ya que, existen riesgos de atoros con el saco contenedor o caídas del personal dentro de la máquina.
- ✓ Evitar los atoros dentro de la máquina, ya que, puede ser perjudicial para el motorreductor y para los componentes de la máquina.
- ✓ Tener precaución con los líquidos o fluidos que se agregan a la máquina, como por ejemplo aceite de palma, el cual a temperatura ambiente se solidifica, en caso de usarse se debe calentar para que este en estado líquido y no haya riesgo de posible atoro, lo cual podría generar rotura de reducción o de soportes del motor.
- ✓ Instalar un tablero de control para encender y apagar la máquina, además, de dispositivos eléctricos que protejan el motor eléctrico.
- ✓ La máquina es fácil de instalar y usar y se puede construir esta máquina en cualquier taller metalmecánico.
- ✓ Difundir este tipo de proyecto en las pequeñas y medianas empresas ganaderas.

## REFERENCIAS

- Fernández, P. (2014) *Diseño y Construcción de una Mezcladora de Balanceado para Pollos Parrilleros. Máquina con una Capacidad de 1000kg/h*. Pichinga, Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.
- Escobar, L. (2011) *Diseño e implementación de una Máquina Mezcladora de Balanceado para Aves en la Granja Avícola del Abuelo*. Ambato, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Vargas E. (1998) *Problemas de Mezclado y Uniformidad en la Industria de Alimentos para Animales*. San José, Costa Rica, Costa Rica: Centro de Investigación en Nutrición Animal, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
- Wong A. y Elías C. (2016) *Incidencia del Tiempo y Adición de Insumos sobre la Homogeneidad de Alimentos Balanceados Elaborados en Mezcladores de Cintas*. Lima, Lima, Perú. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Carbajal C. (2015) *Evaluación preliminar de tres alimentos Balanceados para Cuyes (cavia porcellus) en Acabado en El valle del Mantaro*. Lima, Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Pesantez W. (2009) *Evaluación Productiva y Económica de Tres Balanceados: Nutril, Purina y Casero, en la Alimentación de Pollos Parrilleros en la Parroquia de Larama*. Loja, Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2011). *IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima, Lima, Perú.
- Riba C. (2010) *Selección de Materiales en el Diseño de Máquinas*. Barcelona, Cataluña, España: Ediciones UPC: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Barriga B. (2016) *Métodos de Diseño en Ingeniería Mecánica*. Departamento de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Lima, Perú.
- Facultad de Ciencias Veterinarias (2016) *Curso Alimento y Alimentación, Guía de trabajos Prácticos*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.
- Caravaca, et al. (2005) *Bases de la Producción Animal*. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

- Kosac A. (1968) *Contribución de la industria de alimentos balanceados para animales a la solución del déficit alimentario mundial*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas Biblioteca "Alfredo L. Palacios". Buenos Aires, Argentina.
- Budynas R, Nisbett L. (2008) *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Octava edición. The McGraw-Hill.
- AHMSA (2017). *Manual de diseño para la construcción con acero*.
- Hall A., Holowenko A. y Laughlin H. (1970). *Teoría y Problemas de Diseño de Maquinas*. McGraw – Hill.
- Beer F, Johnston E, Dewolf J. y Mazurek D. (2013). *Mecánica de materiales*. Sexta edición. McGraw – Hill.
- Beer F, Johnston E, Ruseell Jr. y Eliot R. Eisemberg. (2007). *Mecánica Vectorial para Ingenieros*. Octava edición. McGraw – Hill.
- Secretaría de la Función Pública de México (2017), *Elaboración de Especificaciones Técnicas*. Consultado el 10 de agosto del 2018 de <https://www.gob.mx/sfp/acciones-y-programas/1-2-1-elaboracion-de-especificaciones-tecnicas>.
- Carpeta Pedagógica, Geografía del Perú (2007) *La ganadería en el Perú*. Consultado el 10 de agosto del 2018 de <http://cienciageografica.carpetapedagogica.com/2011/09/la-ganaderia-en-el-peru.html>
- Carpeta Pedagógica (2007) *Ganadería Extensiva*. Consultado el 10 de agosto del 2018 de <http://cienciageografica.carpetapedagogica.com/2012/11/ganaderia-extensiva.html>
- Carpeta Pedagógica (2007) *Ganadería Intensiva*. Consultado el 10 de agosto del 2018 de <http://cienciageografica.carpetapedagogica.com/2012/11/ganaderia-intensiva.html>
- Ministerio de Agricultura y Riego (2017) *Diagnóstico de Crianzas Priorizadas para el Plan Ganadero 2017– 2021*. Perú. Dirección General de Políticas Agrarias, dirección de estudios económicos e información agraria: Primera edición - enero 2017.
- Marulanda O. (2009) *Curso: Costos y Presupuestos*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Blanco M., Malaver M., Pezo S. (2013) *Manual Práctico de Ganadería*. Lima, Lima, Perú. Editorial Soluciones Prácticas-ITDG. <https://www.solucionespracticas.org.pe/manual-practico-de-ganaderia>

Agrobanco (2013) *Formulación de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno*. Perú. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-i-ganado.pdf>

Chapman S. (2012) *Máquinas Eléctricas*. México. Quinta edición, McGraw – Hill.

Dicovski L. (2008) *Estadística Básica*. Nicaragua. Universidad Nacional de Ingeniería **UNI - NORTE**  
**- Sede Regional Estelí.**

SENASA (2015) *Procedimiento: Autorización sanitaria de establecimientos dedicados al procesamiento de piensos de ingredientes de piensos*. Perú. Dirección de insumos agropecuarios de inocuidad agroalimentaria. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/10/PRO-SIAG-13.-PROCEDIMIENTO-AUTORIZACI%C3%93N-SANITARIA-DE-ESTABLECIMIENTOS.pdf>

## ANEXOS

### Anexo n°. 1. Momentos de inercia de formas geométricas comunes.

#### Momentos de inercia de formas geométricas comunes

<p>Rectángulo</p> $\bar{I}_{x'} = \frac{1}{12}bh^3$ $\bar{I}_{y'} = \frac{1}{12}b^3h$ $I_x = \frac{1}{3}bh^3$ $I_y = \frac{1}{3}b^3h$ $J_C = \frac{1}{12}bh(b^2 + h^2)$	
<p>Triángulo</p> $\bar{I}_{x'} = \frac{1}{36}bh^3$ $I_x = \frac{1}{12}bh^3$	
<p>Círculo</p> $\bar{I}_x = \bar{I}_y = \frac{1}{4}\pi r^4$ $J_O = \frac{1}{2}\pi r^4$	
<p>Semicírculo</p> $I_x = I_y = \frac{1}{8}\pi r^4$ $J_O = \frac{1}{4}\pi r^4$	
<p>Cuarto de círculo</p> $I_x = I_y = \frac{1}{16}\pi r^4$ $J_O = \frac{1}{8}\pi r^4$	
<p>Elipse</p> $\bar{I}_x = \frac{1}{4}\pi ab^3$ $\bar{I}_y = \frac{1}{4}\pi a^3b$ $J_O = \frac{1}{4}\pi ab(a^2 + b^2)$	


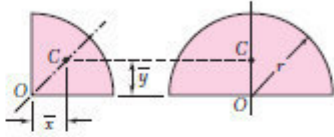
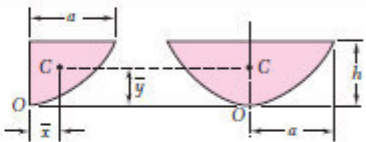
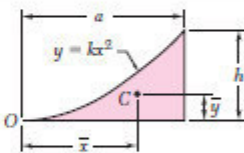
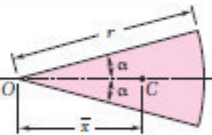
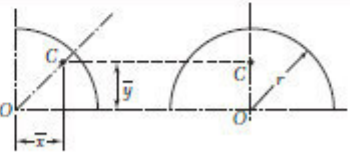
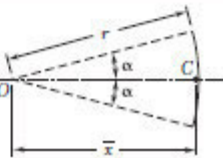
#### Momentos de inercia de masa de formas geométricas comunes

<p>Barra delgada</p> $I_y = I_z = \frac{1}{12}mL^2$	
<p>Placa rectangular delgada</p> $I_x = \frac{1}{12}m(b^2 + c^2)$ $I_y = \frac{1}{12}mc^2$ $I_z = \frac{1}{12}mb^2$	
<p>Prisma rectangular</p> $I_x = \frac{1}{12}m(b^2 + c^2)$ $I_y = \frac{1}{12}m(c^2 + a^2)$ $I_z = \frac{1}{12}m(a^2 + b^2)$	
<p>Disco delgado</p> $I_x = \frac{1}{2}mr^2$ $I_y = I_z = \frac{1}{4}mr^2$	
<p>Cilindro circular</p> $I_x = \frac{1}{2}ma^2$ $I_y = I_z = \frac{1}{12}m(3a^2 + L^2)$	
<p>Cono circular</p> $I_x = \frac{3}{10}ma^2$ $I_y = I_z = \frac{3}{20}m(\frac{1}{2}a^2 + h^2)$	
<p>Esfera</p> $I_x = I_y = I_z = \frac{2}{5}ma^2$	

Fuente: Beer F, Johnston E, Dewolf J. y Mazurek D. (2013, pag. xxii)

## Anexo n°. 2. Centroides de áreas y líneas comunes.

### Centroides de áreas y líneas comunes

Forma		$\bar{x}$	$\bar{y}$	Área
Área triangular		$(1/3)(a+b)$	$\frac{h}{3}$	$\frac{bh}{2}$
Un cuarto de área circular		$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{4}$
Área semicircular		0	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{2}$
Área semiparabólica		$\frac{3a}{8}$	$\frac{3h}{5}$	$\frac{2ah}{3}$
Área parabólica		0	$\frac{3h}{5}$	$\frac{4ah}{3}$
Tímpano parabólico		$\frac{3a}{4}$	$\frac{3h}{10}$	$\frac{ah}{3}$
Sector circular		$\frac{2r \text{ sen } \alpha}{3\alpha}$	0	$\alpha r^2$
Un cuarto de arco circular		$\frac{2r}{\pi}$	$\frac{2r}{\pi}$	$\frac{\pi r}{2}$
Arco semicircular		0	$\frac{2r}{\pi}$	$\pi r$
Arco de círculo		$\frac{r \text{ sen } \alpha}{\alpha}$	0	$2\alpha r$

Fuente: Beer F, Johnston E, Dewolf J. y Mazurek D. (2013, pag. xxi)

### Anexo n°. 3. Propiedades típicas de materiales (unidades SI).

A-12

#### APÉNDICE B. Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería<sup>1,5</sup> (Unidades SI)

Material	Densidad, kg/m <sup>3</sup>	Resistencia última			Cedencia <sup>3</sup>		Módulo de elasticidad, GPa	Módulo de rigidez, GPa	Coeficiente de expansión térmica, 10 <sup>-6</sup> /°C	Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm
		Tensión, MPa	Compresión, <sup>2</sup> MPa	Cor-tante, MPa	Tensión, MPa	Cor-tante, MPa				
<b>Acero</b>										
Estructural (ASTM-A36)	7 860	400			250	145	200	77.2	11.7	21
Alta resistencia-aleación baja										
ASTM-A709 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
ASTM-A913 Grado 450	7 860	550			450		200	77.2	11.7	17
ASTM-A992 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 690	7 860	760			690		200	77.2	11.7	18
Inoxidable, AISI 302										
Laminado en frío	7 920	860			520		190	75	17.3	12
Recocido	7 920	655			260	150	190	75	17.3	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	7 860	480			275		200	77	11.7	
Alta resistencia	7 860	620			415		200	77	11.7	
<b>Fundición</b>										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	7 200	170	655	240			69	28	12.1	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	7 300	345	620	330	230		165	65	12.1	10
<b>Aluminio</b>										
Aleación 1100-H14 (99% Al)	2 710	110		70	95	55	70	26	23.6	9
Aleación 2014-T6	2 800	455		275	400	230	75	27	23.0	13
Aleación 2024-T4	2 800	470		280	325		73		23.2	19
Aleación 5456-H116	2 630	315		185	230	130	72		23.9	16
Aleación 6061-T6	2 710	260		165	240	140	70	26	23.6	17
Aleación 7075-T6	2 800	570		330	500		72	28	23.6	11
<b>Cobre</b>										
Libre de oxígeno (99.9% Cu)										
Recocido	8 910	220		150	70		120	44	16.9	45
Endurecido	8 910	390		200	265		120	44	16.9	4
Latón amarillo (65% Cu, 35% Zn)										
Laminado en frío	8 470	510		300	410	250	105	39	20.9	8
Recocido	8 470	320		220	100	60	105	39	20.9	65
Latón rojo (85% Cu, 15% Zn)										
Laminado en frío	8 740	585		320	435		120	44	18.7	3
Recocido	8 740	270		210	70		120	44	18.7	48
Estaño bronce (88 Cu, 8 Sn, 4 Zn)	8 800	310			145		95		18.0	30
Manganeso bronce (63 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)	8 360	655			330		105		21.6	20
Aluminio bronce (81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)	8 330	620	900		275		110	42	16.2	6

(La tabla continúa en la página A-13)

Fuente: Beer F, Johnston E, Dewolf J. y Mazurek D. (2013, pag. A-12)



**Anexo n°. 4. Propiedades típicas de materiales (unidades Americanas).**

APÉNDICE B. Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería <sup>1,5</sup> (Unidades utilizadas en Estados Unidos)										A-11
Material	Peso específico lb/pulg <sup>3</sup>	Resistencia última			Cedencia <sup>3</sup>		Módulo de elasticidad, 10 <sup>6</sup> psi	Módulo de rigidez, 10 <sup>6</sup> psi	Ductilidad, porcentaje de elongación en 2 pulg	
		Tensión, kpsi	Compresión, <sup>2</sup> kpsi	Cortante, kpsi	Tensión, kpsi	Cortante, kpsi				
<b>Acero</b>										
Estructural (ASTM-A36)	0.284	58			36	21	29	11.2	6.5	21
Alta resistencia-baja aleación										
ASTM-A709 Grado 50	0.284	65			50		29	11.2	6.5	21
ASTM-A913 Grado 65	0.284	80			65		29	11.2	6.5	17
ASTM-A992 Grado 50	0.284	65			50		29	11.2	6.5	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 100	0.284	110			100		29	11.2	6.5	18
Inoxidable AISI 302										
Laminado en frío	0.286	125			75		28	10.8	9.6	12
Recoctado	0.286	95			38	22	28	10.8	9.6	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	0.283	70			40		29	11	6.5	
Alta resistencia	0.283	90			60		29	11	6.5	
<b>Fundición:</b>										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	0.260	25	95	35			10	4.1	6.7	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	0.264	50	90	48	33		24	9.3	6.7	10
<b>Aluminio</b>										
Aleación 1100-H14										
(99% Al)	0.098	16		10	14	8	10.1	3.7	13.1	9
Aleación 2014-T6	0.101	66		40	58	33	10.9	3.9	12.8	13
Aleación 2024-T4	0.101	68		41	47		10.6		12.9	19
Aleación 5456-H116	0.095	46		27	33	19	10.4		13.3	16
Aleación 6061-T6	0.098	38		24	35	20	10.1	3.7	13.1	17
Aleación 7075-T6	0.101	83		48	73		10.4	4	13.1	11
<b>Cobre</b>										
Libre de oxígeno										
(99.9% Cu)										
Recoctado	0.322	32		22	10		17	6.4	9.4	45
Endurecido	0.322	57		29	53		17	6.4	9.4	4
Latón amarillo										
(65% Cu, 35% Zn)										
Laminado en frío	0.306	74		43	60	36	15	5.6	11.6	8
Recoctado	0.306	46		32	15	9	15	5.6	11.6	65
Latón rojo										
(85% Cu, 15% Zn)										
Laminado en frío	0.316	85		46	63		17	6.4	10.4	3
Recoctado	0.316	39		31	10		17	6.4	10.4	48
Estaño bronce	0.318	45			21		14		10	30
(88 Cu, 8 Sn, 4 Zn)										
Manganeso bronce	0.302	95			48		15		12	20
(63 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)										
Aluminio bronce	0.301	90	130		40		16	6.1	9	6
(81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)										

(La tabla continúa en la página A-12)

(La tabla continúa en la página A-12)

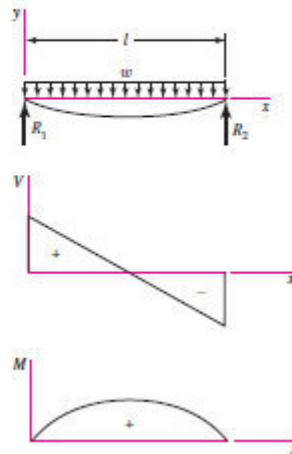
Fuente: Beer F, Johnston E, Dewolf J. y Mazurek D. (2013, pag. A-11)

## Anexo n°. 5. Modelo de carga uniforme con apoyos simples.

**Tabla A-9**

Cortante, momento y deflexión de vigas (continuación)  
(Nota: La fuerza y las reacciones de momento son positivas en las direcciones que se muestran; las ecuaciones de la fuerza cortante  $V$  y el momento  $M$  siguen las convenciones de signos que se dieron en la sección 3-2.)

### 7 Apoyos simples: carga uniforme



$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} \quad V = \frac{wl}{2} - wx$$

$$M = \frac{wx}{2}(l - x)$$

$$y = \frac{wx}{24EI}(2lx^2 - x^3 - l^3)$$

$$y_{\max} = -\frac{5wl^4}{384EI}$$

Fuente: Budynas R, Nisbett L. (2008, Pág. 996)

Anexo n°. 6. Esfuerzos cortantes permisibles en la garganta de soldadura.

**Tabla 9-6**

Cargas constantes permisibles y tamaños mínimos de soldadura de filete

**Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete**

		Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX)						
		60*	70*	80	90*	100	110*	120
Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1 000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial								
$\tau =$		18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal								
$1/f =$		12.73h	14.85h	16.97h	19.09h	21.21h	23.33h	25.45h
Tamaño del cable h, pulg		Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal						
1		12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45
7/8		11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27
3/4		9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09
5/8		7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91
1/2		6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73
7/16		5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14
3/8		4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54
5/16		3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95
1/4		3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36
3/16		2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77
1/8		1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18
1/16		0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59

\*En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AWS-AMS Task Committee.

$1/f = 0.707/f_{t_{EXX}}$

Fuente: Adaptado de Omer W. Bloodgett (ed.), Stress Allowables After Weldment Design, D412, The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, mayo de 1991, p. 3. Reproducida con autorización de Lincoln Electric Company.

**Programa B: tamaño mínimo de soldadura de filete, h**

Espesor del material de la parte unida más gruesa, pulg	Tamaño de la soldadura, pulg
*Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive	$\frac{1}{8}$
Mayor que $\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
Mayor que $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
†Mayor que $\frac{3}{4}$	$\frac{5}{16}$
Mayor que $1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
Mayor que $2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
Mayor que $6$	$\frac{5}{8}$

No se debe exceder el espesor de la parte más delgada.

\*El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a  $\frac{3}{16}$  pulg.

†Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de  $\frac{5}{16}$  pulg por cada  $\frac{3}{4}$  pulg de material.

Fuente: Budynas R, Nisbett L. (2008, Pág. 473)

## Anexo n.º 7. Cotización de materiales.

[illegible]

*Fuente: Aceros “Jonathan” SAC*

[illegible]

Fuente: Aceros "Jonathan" SAC



## Anexo n°. 8. Cotización de materiales para transmisión de potencia.

### MEGA CHAIN INDUSTRIAL PERU S.A.C.

Av. Colonial N° 1971 Lima 1 - RUC. 20507258477

Tel. 337-0506 / 425-6089 Next. 810\*4645 / 810\*4644

ventas@megachainperu.com / www.megachainperu.com

ventas\_megachainperu@hotmail.com

Fecha : 01/10/2018

Pág. : 1

### COTIZACION N° 002-11421/2018

Fecha : 01 DE OCTUBRE DEL 2018

Señores : Prov/Clie sin definir x regularizar

Domicilio :

Teléfono :

Fax :

Contacto :

Cargo :

E-Mail :

Observación :

Mediante la presente, hacemos llegar nuestra oferta :

IT	DESCRIPCION	UNI	CANTIDAD	PRECIO UNI	DCTO 1	TOTAL
1	PIÑON 14T 80-1 (1" SIMPLE) C/TRAT.	UND	2.00	S/	45.00	90.00
2	CADENA 80-1R (1" SIMPLE) SWF	MTS	1.00	S/	45.00	45.00
3	CANDADO 80-1 (1" SIMPLE)	UND	1.00	S/	3.00	3.00
4	CHUMACERA UCP 211-32 (2") HHB	UND	2.00	S/	65.00	130.00
5	PIÑON 08T 80-1 (1" SIMPLE) C/TRAT.	UND	1.00	S/	22.00	22.00

VALOR VENTA S/ : 290.00

DESCUENTO S/ : 0.00

BASE IMPONIBLE S/ : 290.00

IGV S/ : 52.20

TOTAL S/ : 342.20

CONDICION DE PAGO : FACTURA AL CONTADO

TIEMPO DE ENTREGA : INMEDIATA

FORMA DE ENTREGA : RECOGER ( L-V 9:00 - 6:00pm / Sabado 9:00 - 1:00 pm)

FORMAS DE PAGO : BCP - Cta. Cte. Soles N° 192-1499822-0-15 (consultar t.c.)

BCP - Cta. Cte. Dolares N° 192-1514670-1-06 (consultar t.c.)

Cheques : entrega de mercaderia en 48 horas

Atentamente,

OFICINA

Asesor Comercial

Fuente: MEGA CHAIN INDUSTRIAL PERU SAC.

**Anexo n°. 9.****Cotización de motorreductor 4HP.****MEGA CHAIN INDUSTRIAL PERU S.A.C.**

Av. Colonial N° 1971 Lima 1 - RUC. 20507258477

Tel. 337-0506 / 425-6089 Next. 810\*4645 / 810\*4644

ventas@megachainperu.com / www.megachainperu.com

ventas\_megachainperu@hotmail.com

Fecha : 01/10/2018

Pág. : 1

**COTIZACION N° 002-11422/2018**

Fecha : 01 DE OCTUBRE DEL 2018

Señores : Prov/Clie sin definir x regularizar

Domicilio :

Teléfono :

Fax :

Contacto :

Cargo :

E-Mail :

**Observación :**

Mediante la presente, hacemos llegar nuestra oferta :

IT	DESCRIPCION	UNI	CANTIDAD	PRECIO UNI	DCTO 1	TOTAL
1	MOTORREDUCTOR 4.00 HP 40-1 HELICOIDAL - MEGA Motorreductor Modelo Helicoidal Trifásico Entrada del Motor 1750 RPM Ratio 40 a 1 Salida Final 43.75 RPM Eje Fijo de 30 mm Voltaje 220-460V Protección IP55 60HZ	UND	1.00	S/ 3,600.00	0.00	3,600.00

VALOR VENTA S/ :	3,600.00
DESCUENTO S/ :	0.00
BASE IMPONIBLE S/ :	3,600.00
IGV S/ :	648.00
TOTAL S/ :	4,248.00

**CONDICION DE PAGO : FACTURA AL CONTADO****TIEMPO DE ENTREGA : INMEDIATA****FORMA DE ENTREGA : RECOGER ( L-V 9:00 - 6:00pm / Sabado 9:00 - 1:00 pm)****FORMAS DE PAGO : BCP - Cta. Cte. Soles N° 192-1499822-0-15 (consultar t.c.)****BCP - Cta. Cte. Dolares N° 192-1514670-1-06 (consultar t.c.)****Cheques : entrega de mercadería en 48 horas**

Atentamente,

OFICINA

Asesor Comercial

*Fuente: MEGA CHAIN INDUSTRIAL PERU SAC.*

**Anexo n°. 10. Matriz de consistencia.**

## Diseño de una Máquina Mezcladora de Alimento Balanceado para Pequeñas Granjas Ganaderas

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODO
¿Cómo diseñar una máquina mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios alimentos balanceados?	Diseñar una máquina mezcladora que permita a los pequeños ganaderos elaborar sus propios alimentos balanceados.	Es posible diseñar una máquina mezcladora de alimentos balanceados para pequeños ganaderos.	Diseño de máquina	Tipo de investigación: Aplicada.
				Nivel de Investigación: Explicativo.
¿Cómo el diseño de la máquina mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados?	Determinar como el diseño de una máquina mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados.	Diseñar una máquina mezcladora ayuda a mejorar la calidad de los alimentos balanceados.	Mezcla de alimentos balanceados	Población: una mezcla de alimentos de 350 Kg.
¿Cómo el diseño de la máquina mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados?	Determinar como el diseño de una máquina mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados.	Diseñar una máquina mezcladora ayuda a reducir los costos de los alimentos balanceados.		Muestra: 100 muestras.
				Enfoque: Cuantitativo.

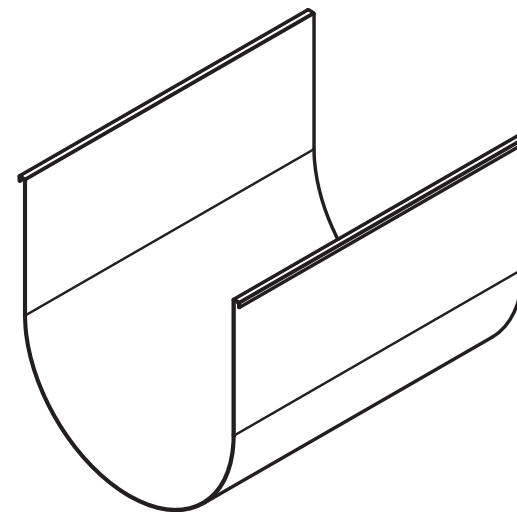
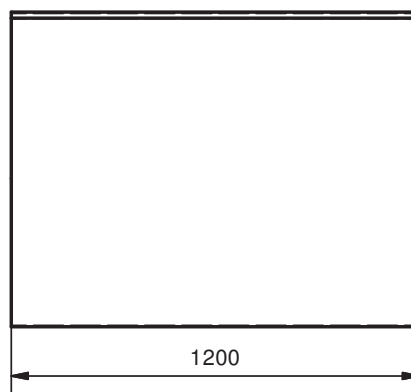
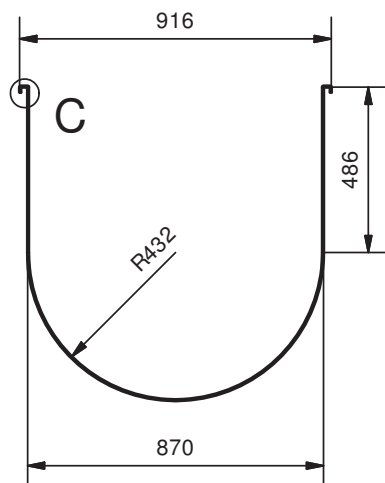
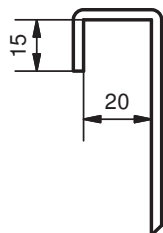
### OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño de máquina	Selección de materiales.	Materiales.
	Dimensionar elementos de la máquina.	Cálculo estructural.
	Planos de fabricación.	Planos.
	Potencia.	Cálculo de la potencia necesaria.
	Establecer las especificaciones técnicas.	Especificaciones técnicas
	Costos de Fabricación.	Costos de la máquina.
Mezcla de alimentos balanceados	Calidad.	Prueba de homogeneidad del alimento balanceado
	Costos.	Costos del alimento producido en la máquina mezcladora.



## **Anexo nº. 11. Planos de fabricación.**



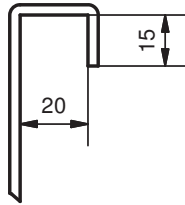
C ( 1 : 2 )



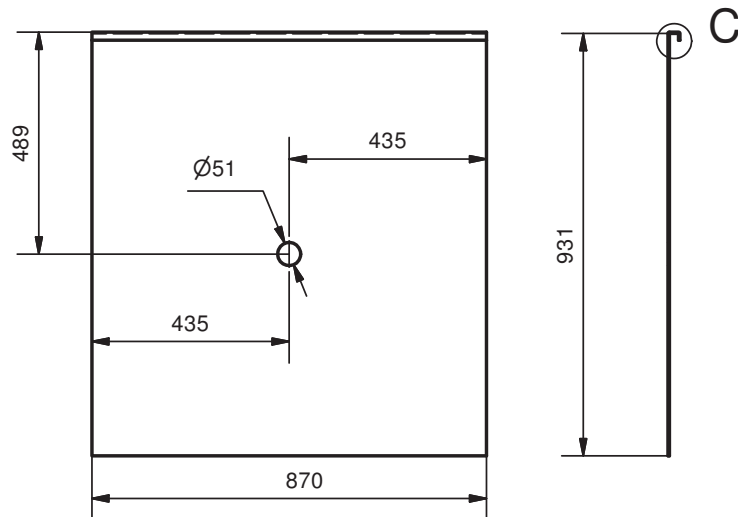
Nota: El material empleado para este desarrollo es una plancha completa de 1200 mm x 2400 mm x 3 mm. Plancha comercial.

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:20	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: PLANO DE DOBLES DE TOLVA - PLANCHA 3 MM	
Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO		Sistema: 	Nº Plano: 1

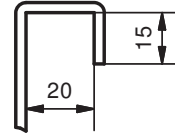
C ( 1 : 2 )



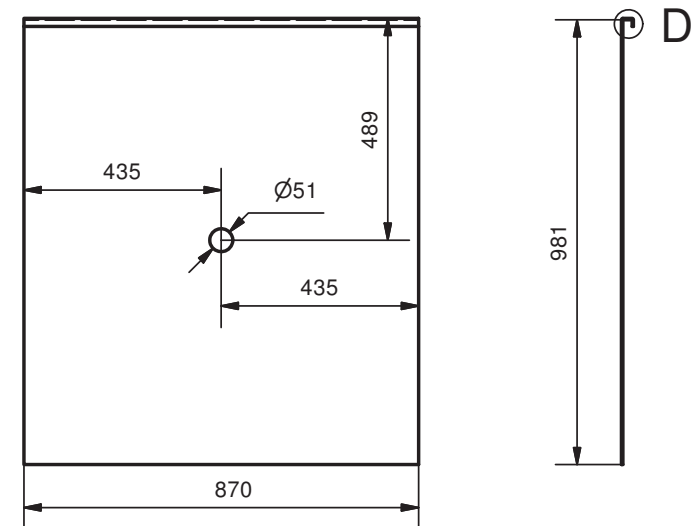
Tapa lateral A: PL 3mm x 966mm x 870mm



D ( 1 : 2 )





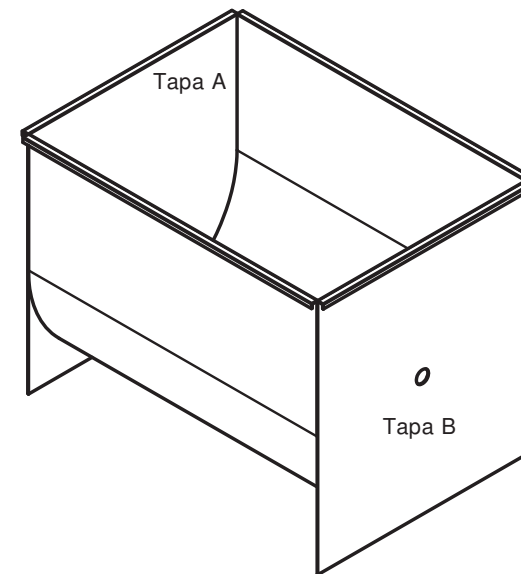
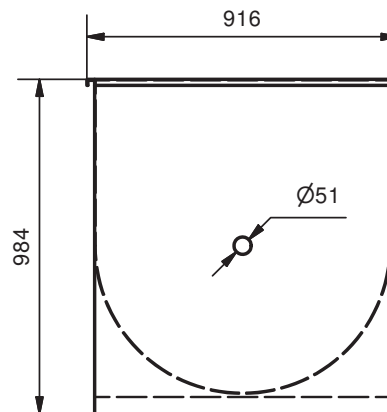
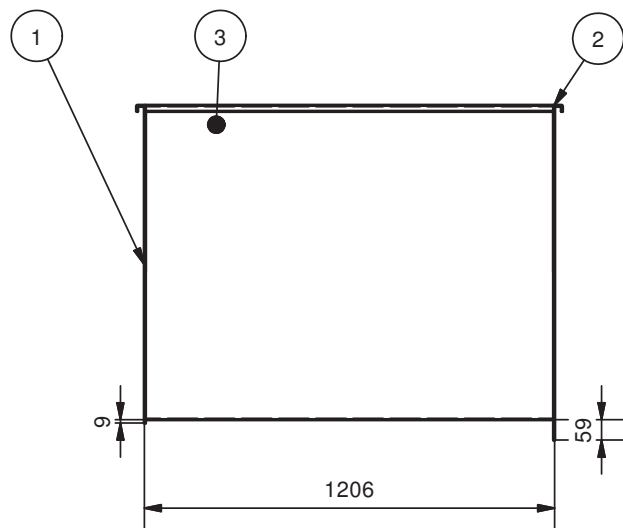
Tapa lateral B: PL 3mm x 1016mm x 870mm  
(Tapa lateral B, se coloca al lado de la salida de alimentos).



Nota: El material empleado para este desarrollo es una plancha comercial de acero al carbono.



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Tapa Lateral A	PL 3mm x 966mm x 870mm
2	1	Tapa Lateral B	PL 3mm x 1016 x 870mm

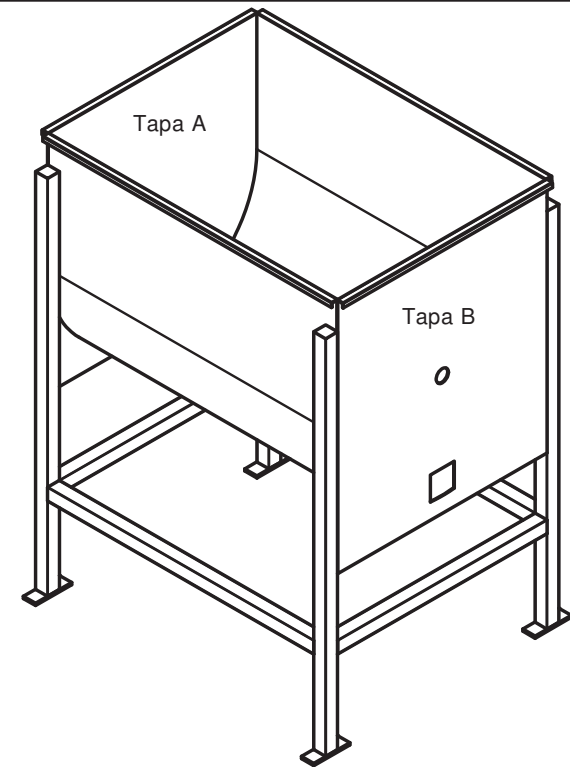
Diseñado por: E. Luque		Escala: 1:15	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII			Titulo: PLANO DE DOBLES DE TAPA A Y B	
			Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  N° Plano: 2



Nota: El material empleado para este desarrollo es una plancha comercial de acero al carbono.  
Todas las uniones serán soldadas por todo el contorno con electrodo E6011 - 1/8".



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Tapa Lateral A	966 x 870 x 3mm
2	1	Tapa Lateral B	1016 x 870 x 3mm
3	1	Plancha doblada	1200 x 2400 x 3mm

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:20	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: PLANO DE ENSAMBLE DE TOLVA	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  N° Plano: 3

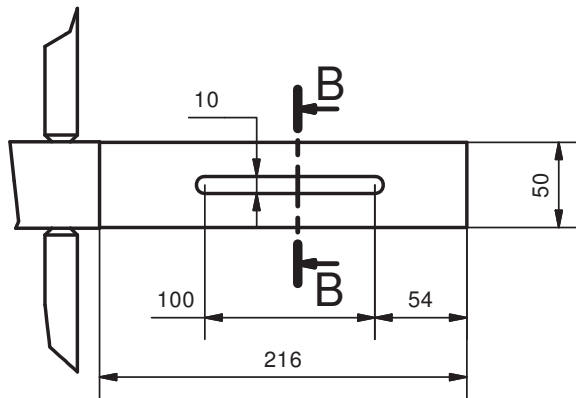


PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Tolva	PL 1200X2400X3mm
2	1	Tapa Lateral A	PL 966X870X3mm
3	4	Soportes de tolva	TB 50x50x2mm - 1500mm
4	2	Union de soportes A	TB 50x50x2mm - 870mm
5	2	Union de soportes B	TB 50x50x2mm - 870mm
6	1	Tapa Lateral B	PL 1016x870X3mm
7	4	Pata de soporte	Platina 3/16" x 2"x150mm

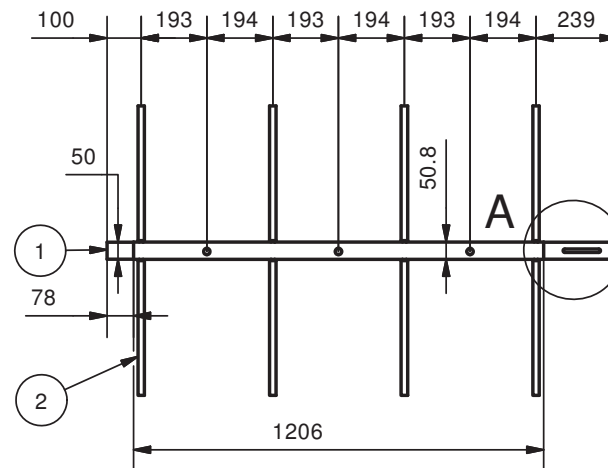
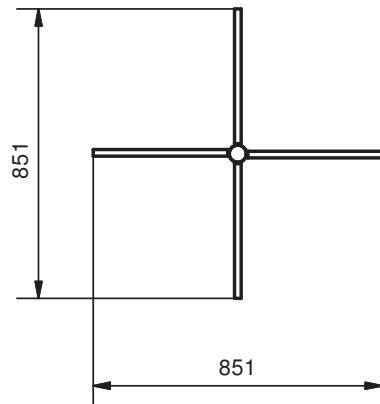
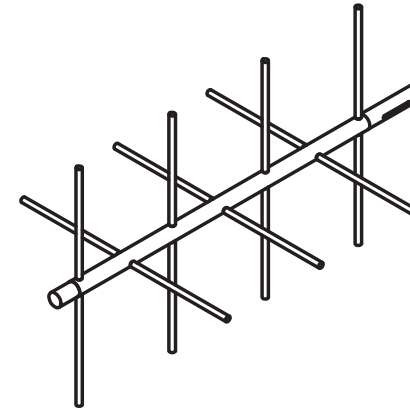
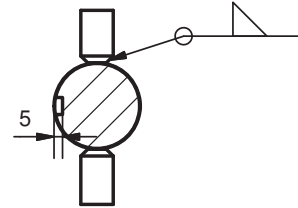
Nota: todas las uniones seran soldadas por todo el contorno con electrodos E6011 - 1/8".

Diseñado por: E. Luque		Escala: 1:20	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII			Titulo: PLANO DE ENSAMBLE DE TOLVA Y ESTRUCTURA DE SOPORTE	
			Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema: 

A ( 1 : 4 )



B-B ( 1 : 4 )



Nota: Todas las uniones seran soldadas por todo el contorno con electrodo E6011 - 1/8".

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Eje	Eje macizo Dia. 2" x 1446mm
2	14	Soporte de Helice	Varilla de Dia. 3/4" x 400mm

Diseñado por:  
E. Luque

Escala:  
1:20

Formato:  
A4

Date  
10/08/2018

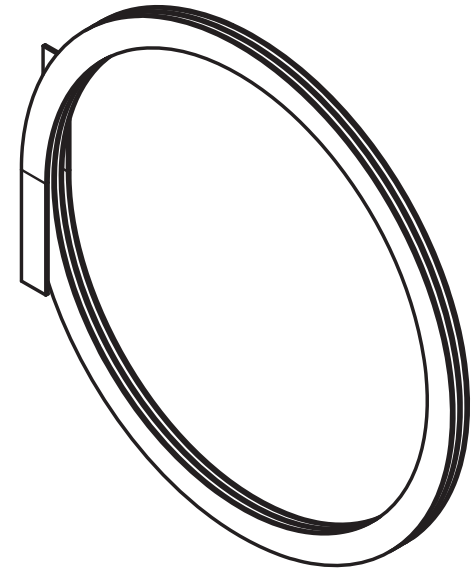
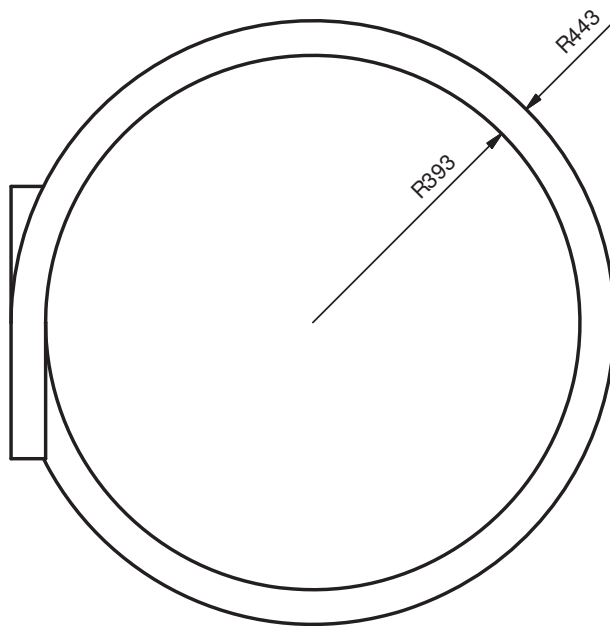


UNMSM - FI I


Titulo:  
SUBENSAMBLE DE SOPORTES DE HELICES Y EJE

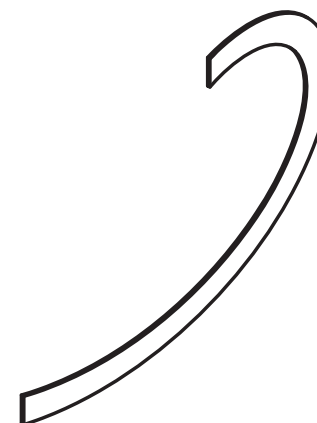
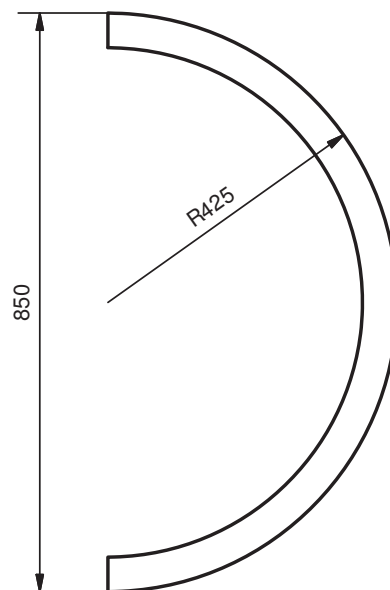
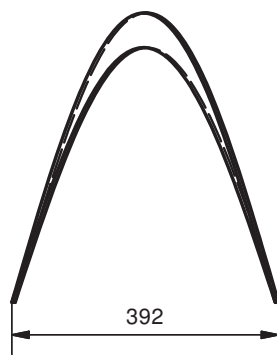
Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA  
DE ALIMENTO BALANCEADO

Sistema: Nº Plano:  
5





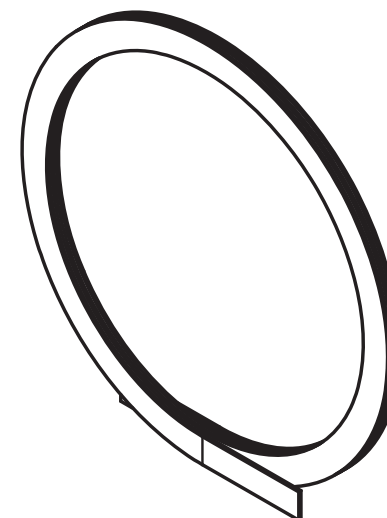
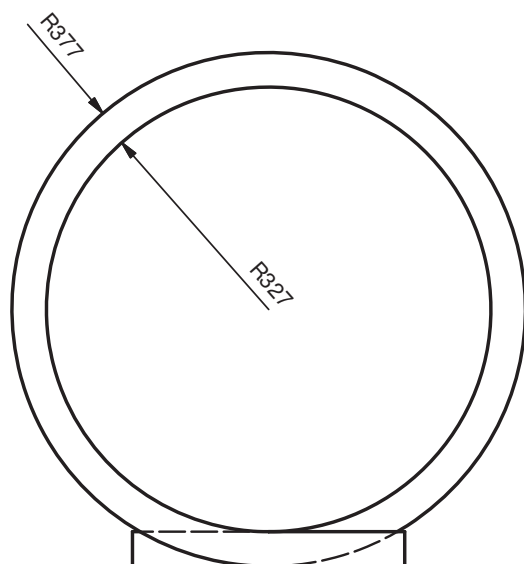
Nota: El material empleado para este desarrollo es una platina 3/16"x2", largo 8.4 m (3 vueltas en total), tipo comercial de acero al carbono.

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:10	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: PLANO DE DOBLEZ DE HELICE A	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  Nº Plano: 6A





Nota: Cortar toda la platina doblada a la mitad, obtener 6 partes iguales y doblar cada parte segun el plano para luego montarlo en el eje de Ø 2".

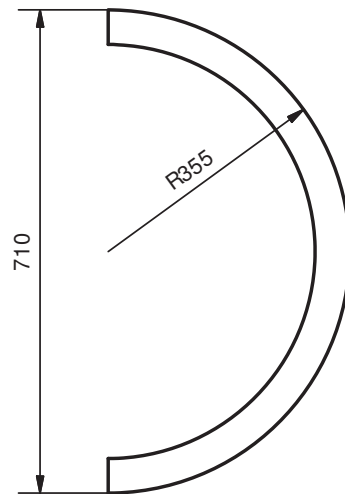
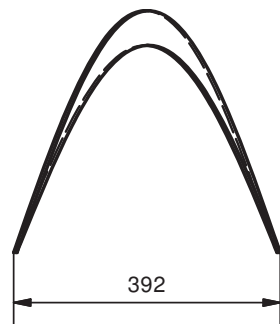
Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:10	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: PLANO DE HELICE A	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  Nº Plano: 6B





Nota: El material empleado para este desarrollo es una platina 3/16"x2", largo 7.5 m (3 vueltas en total), tipo comercial de acero al carbono.

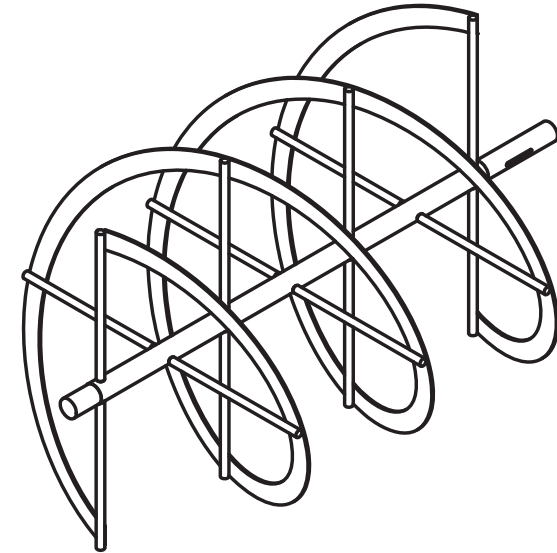
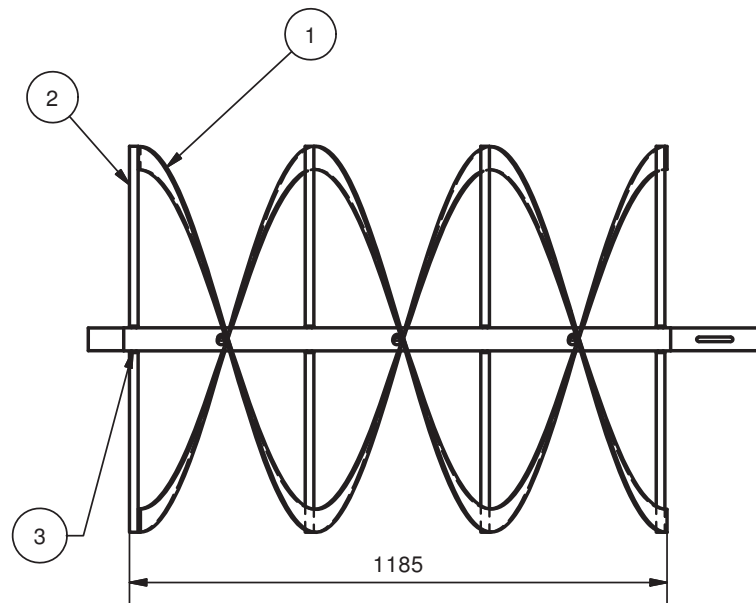
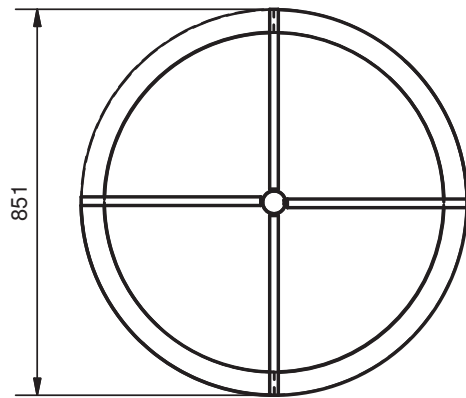
Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:10	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: PLANO DE DOBLEZ DE HELICE B	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  Nº Plano: 7A





Nota: Cortar toda la platina doblada a la mitad, obtener 6 partes iguales y doblar cada parte segun el plano para luego montarlo en el eje de  $\varnothing 2"$ .

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:10	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: PLANO DE HELICE B	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  Nº Plano: 7B



Nota: Con las helices A cortadas, soldar las 6 piezas a las varillas de Ø3/4".  
Todas las uniones serán soldadas por todo el contorno con electrodos de E6011 1/8".

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	6	Helice A	Platina 3/16"x2"
2	14	Soporte de Helice	Dia 3/4" x 400mm
3	1	Eje 2" x 1500mm	Dia 2" x 1500mm

Diseñado por:  
E. Luque

Escala:  
1:15

Formato:  
A4

Date  
10/08/2018



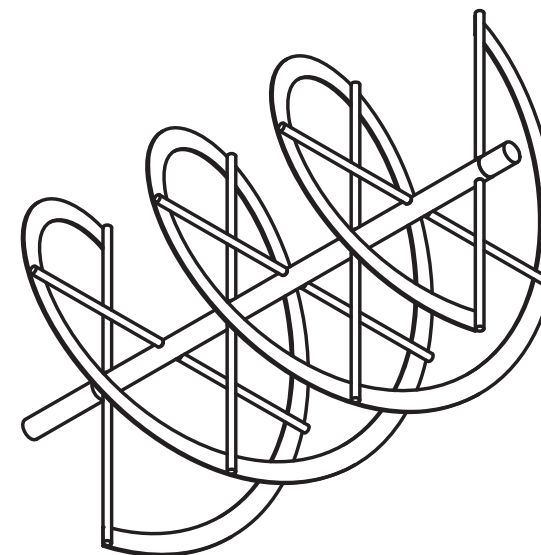
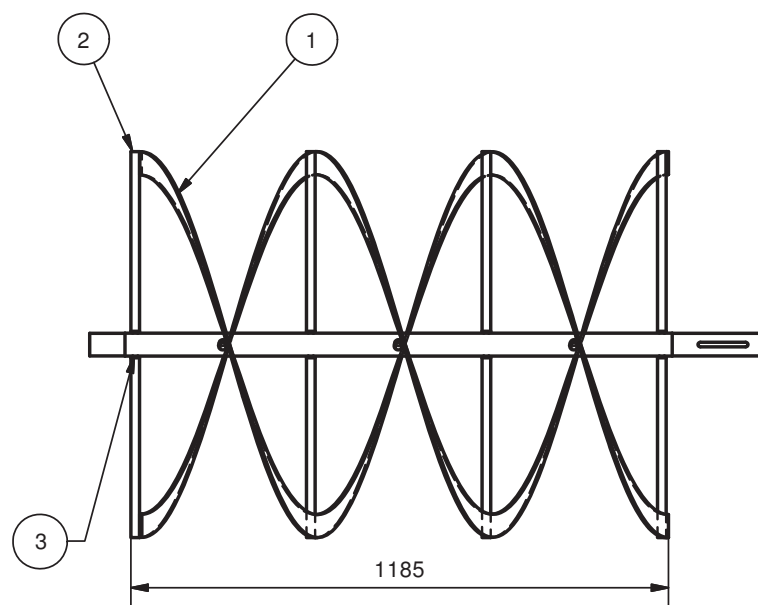
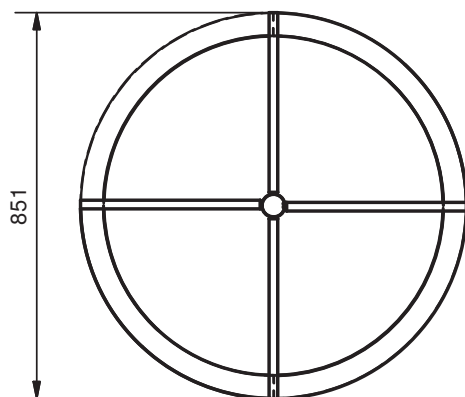
UNMSM - FII

Título:  
SUBENSAMBLE DE HELICES A AL EJE

Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA  
DE ALIMENTO BALANCEADO



Sistema:

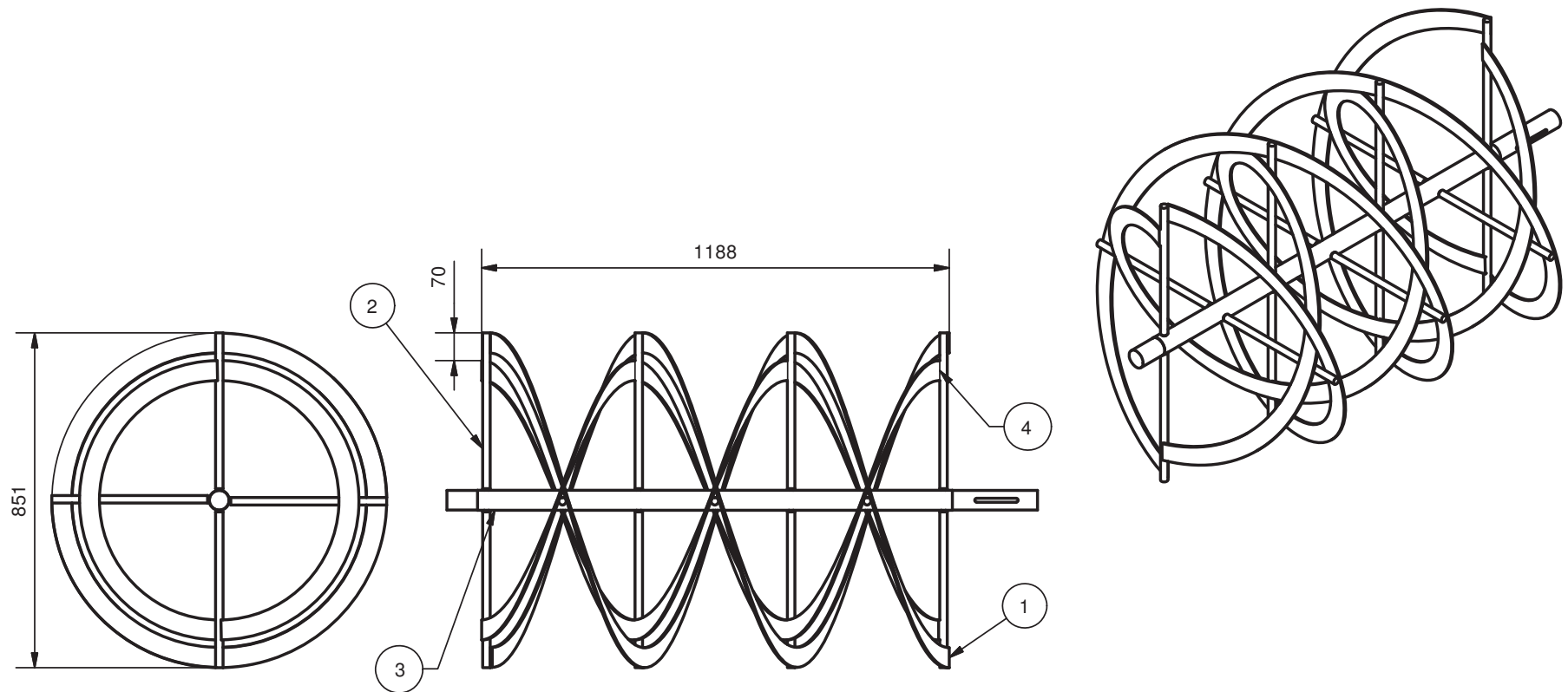
Nº Plano:  
8



Nota: Con las helices A cortadas, soldar las 6 piezas a la varilla de  $\varnothing 3/4"$ .  
Todas las uniones seran soldadas por todo el contorno con electrodos de E6011 1/8".

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	6	Helice A	Platina 3/16"x2"
2	14	Soporte de Helice	Dia 3/4" x 400mm
3	1	Eje 2" x 1500mm	Dia 2" x 1500mm

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:10	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: SUBENSAMBLE DE HELICES AL EJE	
Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO		Sistema: 	Nº Plano: 9



Nota: Todas las uniones seran soldadas por todo el contorno con electrodos de E6011 1/8".

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	6	Helice A	Platina 3/16"x2"
2	14	Soporte de Helice	Dia 3/4" x 400mm
3	1	Eje 2" x 1500mm	Dia 2" x 1500mm
4	6	Helice B	Platina 3/16"x2"

Diseñado por:  
E. Luque

Escala:  
1:15

Formato:  
A4

Date  
10/08/2018



UNMSM - FII

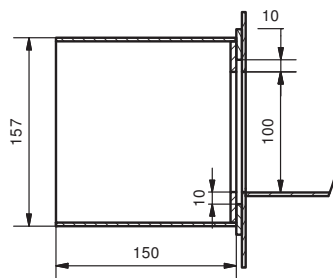
Titulo:  
SUBENSAMBLE DE HELICES A Y B

Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA  
DE ALIMENTO BALANCEADO

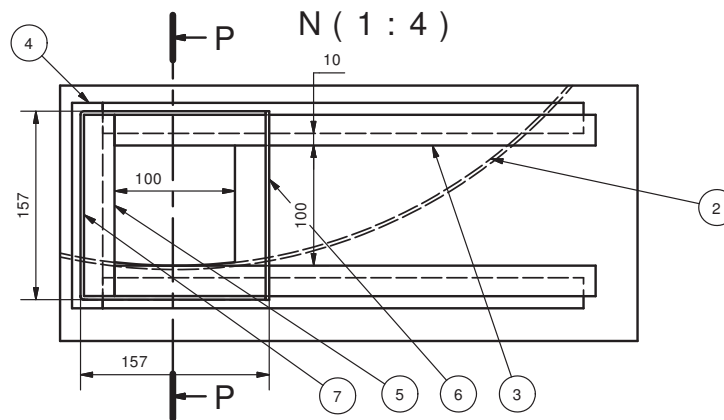
Sistema:

Nº Plano:  
10

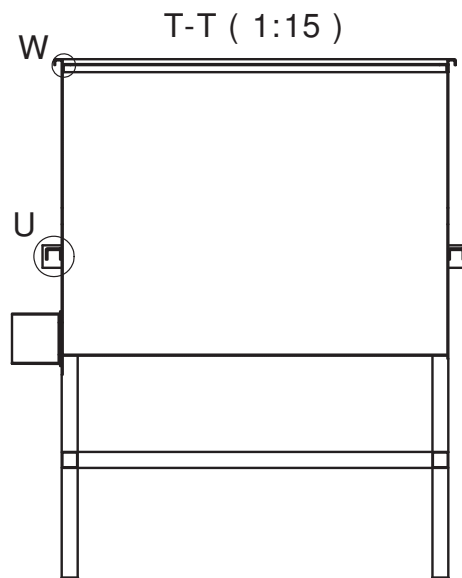
P-P ( 1 : 4 )



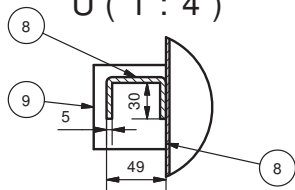
N ( 1 : 4 )



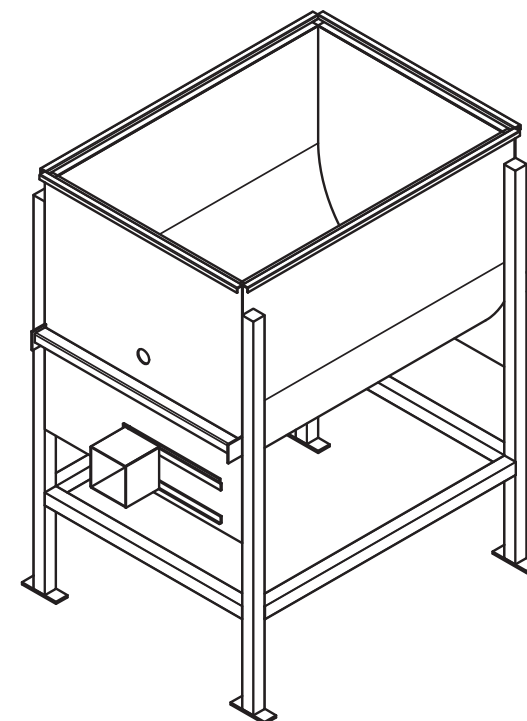
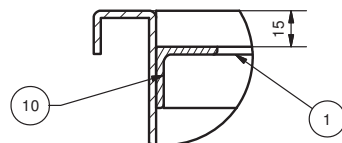
T-T ( 1:15 )





U ( 1 : 4 )

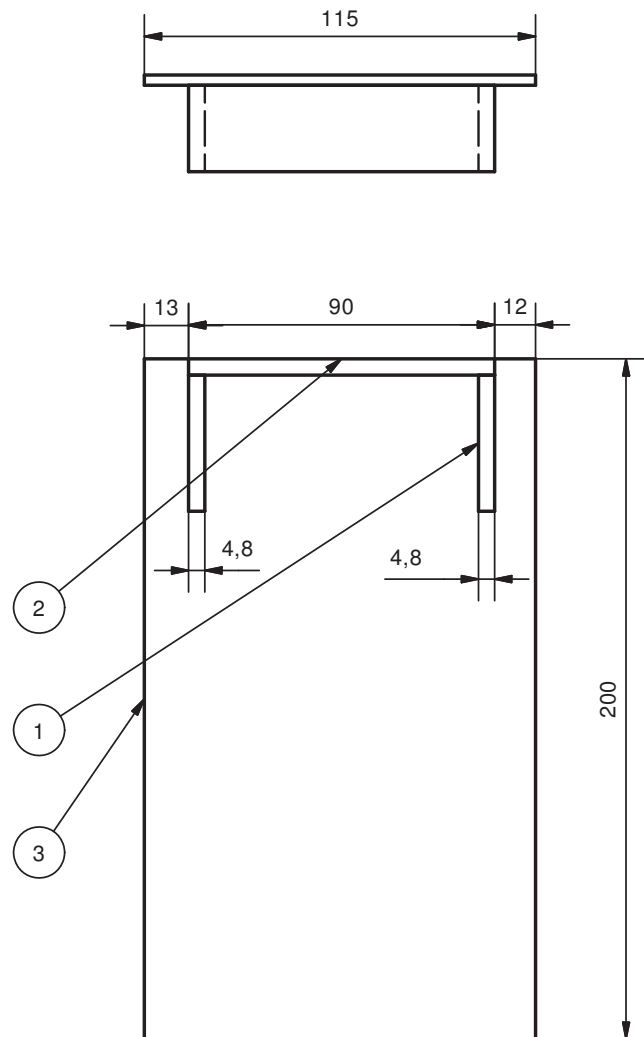


W ( 1 : 2 )





PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	Marco de tapa de maquina A	Angulo 1 x 1 x 1/8 x 1200mm
2	1	Tolva	PL 1200X2400X3mm
3	4	Soporte de compuerta A	Platina 3/16" x 1" x 400mm
4	1	Soporte de compuerta B	Platina 3/16" x 1" x 170mm
5	1	Soporte de compuerta C	Platina 3/16" x 1" x 150mm
6	1	Estructura de salida A	PL 3mm x 157mm x 146mm
7	1	Estructura de salida B	PL 3mm x 308mm x 150mm
8	2	Canal soporte de chumacera	PL 3/16" x 864mm x 100mm
9	4	Placa soporte de canal 70x50x3-16	PL 3/16" x 70mm x 50mm
10	2	Marco de tapa de maquina B	Angulo 1 x 1 x 1/8 x 864mm

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:15	Formato: A3	Date: 10/08/2018
 UNMSM - FI			
Título: SUBENSAMBLE DE COMPUERTA DE SALIDA			
Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO		Sistema: 	N° Plano: 11A

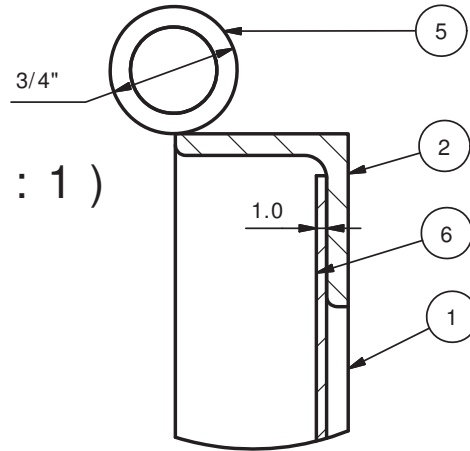


Nota: Todas las uniones seran soldadas por todo el contorno con electrodos E6011 1/8".

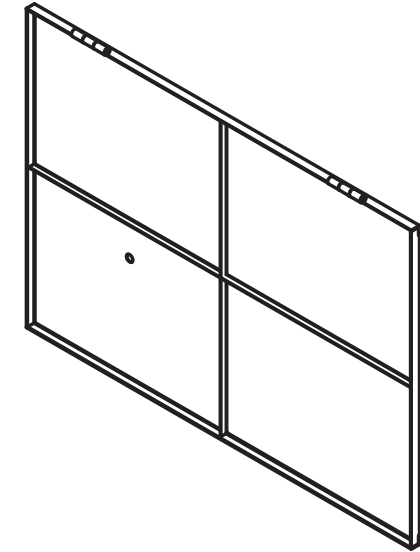
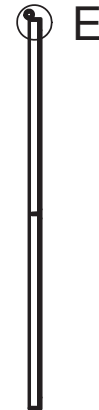
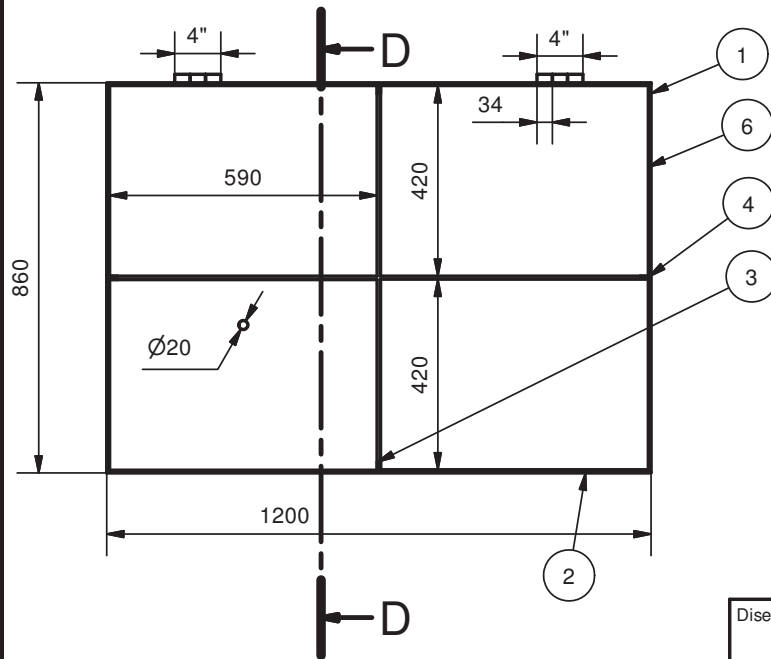
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	Platina puerta salida A	Platina 3/16" x 1" x 40mm
2	1	Platina Puerta salida B	Platina 3/16" x 1" x 90mm
3	1	Plancha puerta de salida	PL 3mm x 115mm x 200mm

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:2	Formato: A4	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Titulo: PUERTA DE SALIDA	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  N° Plano: 11B

E ( 1 : 1 )



D-D ( 1:15 )



#### PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	Angulo para compuerta A	Angulo 1" x 1" x 1/8" x 860mm
2	2	Angulo para compuerta B	Angulo 1" x 1" x 1/8" x 1200mm
3	1	Perfil T para compuerta A	Perfil T 1" x 860mm
4	1	Perfil T para compuerta B	Perfil T 1" x 1200mm
5	2	Conjunto bisagra	Dia 3/4" x 4"
6	4	Plancha para compuerta	PL 1.0mm x 420mm x 590mm - Galv.

Diseñado por:  
E. Luque

Escala:  
1:15

Formato:  
A4

Date  
10/08/2018



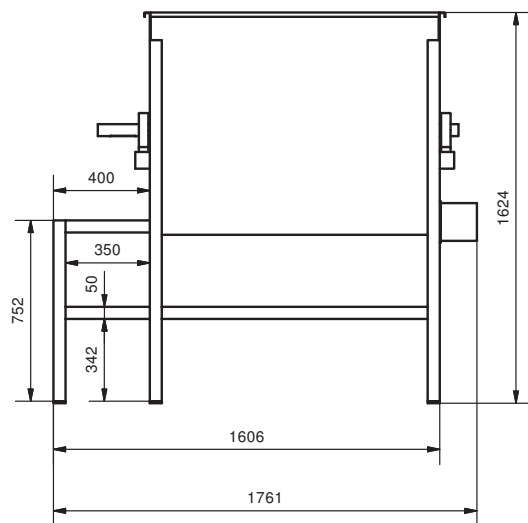
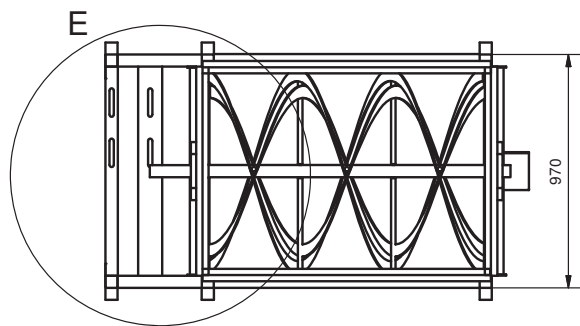
UNMSM - FII

Título:  
SUBENSAMBLE DE COMPUERTA DE LLENADO

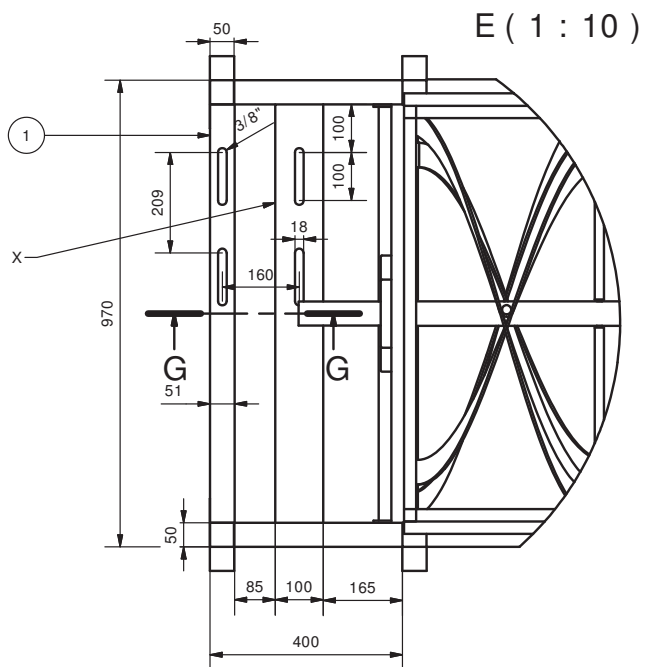
Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA  
DE ALIMENTO BALANCEADO

Sistema:  
11C

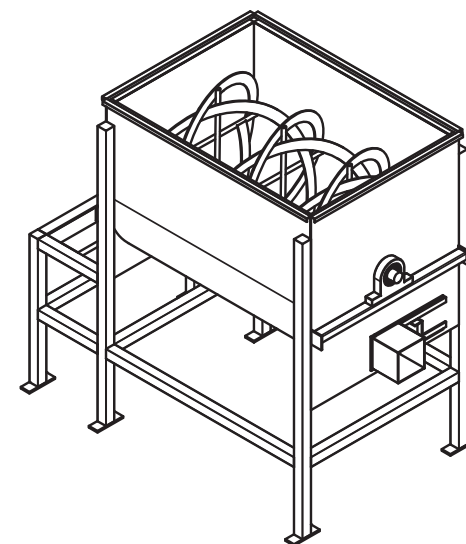
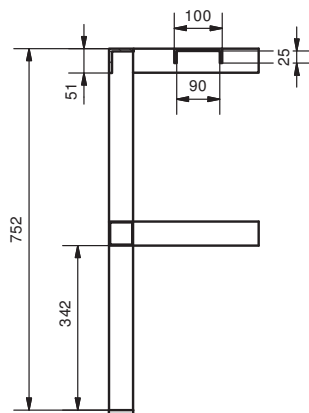
Nº Plano:  
11C



Nota: las medidas de soporte de motorreductor son referenciales. Estas medidas dependeran del tipo de motorreductor disponible.



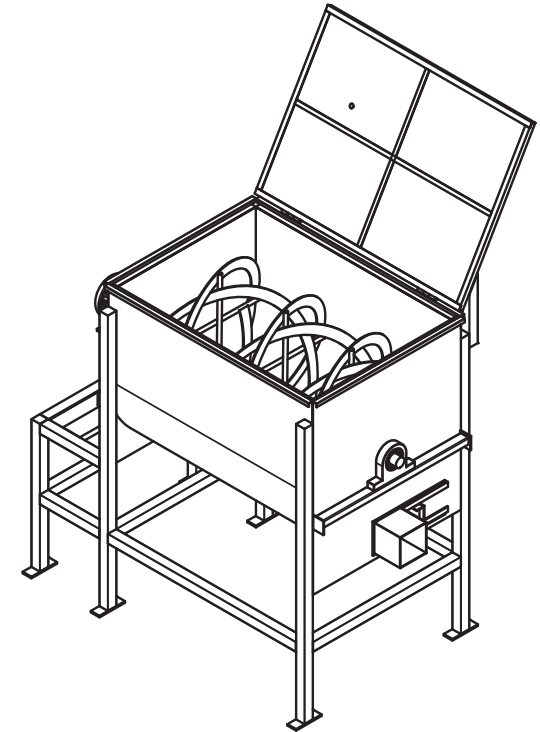
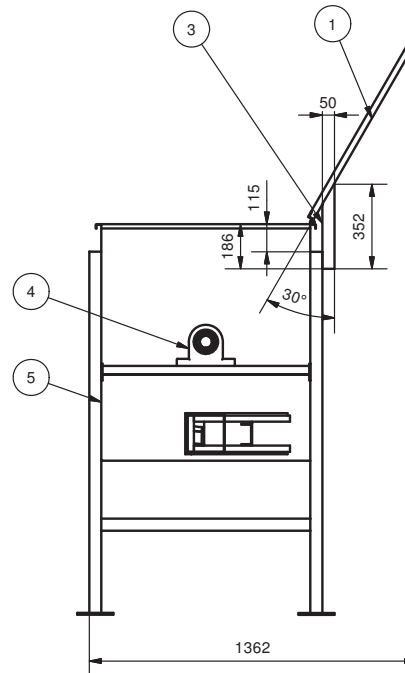
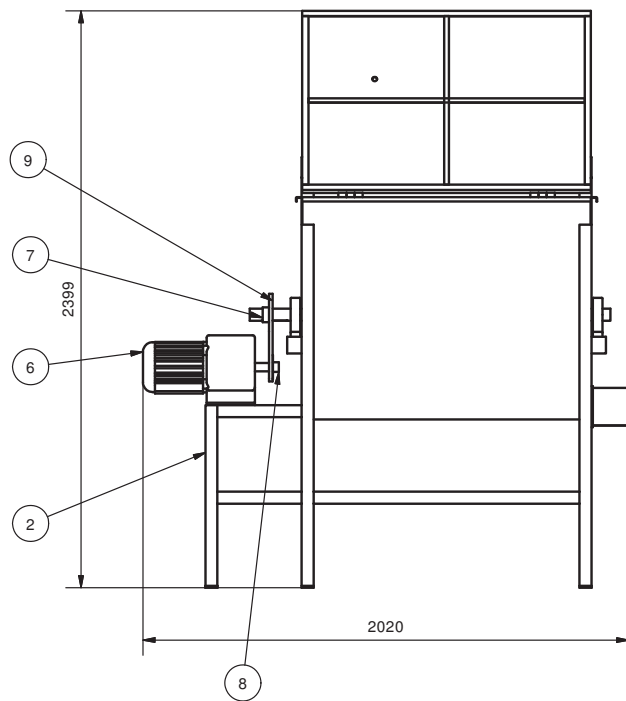
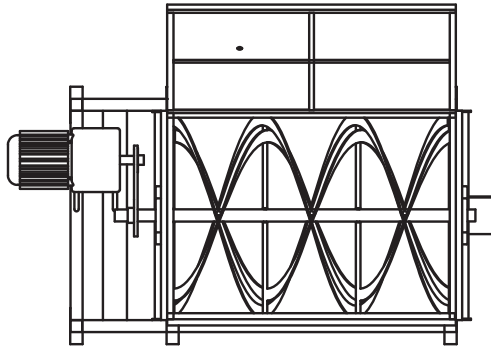
G-G ( 1 : 10 )



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Angulo soporte de motor	Angulo 3/16" x 2" x 870mm
2	1	Canal soporte de Motorreductor	PL 3/16" x 140mm x 870mm
3	2	Tubo soporte de Motorreductor A	TB 50 x 50 x 2mm - 350mm
4	2	Tubo soporte de Motorreductor B	TB 50 x 50 x 2mm - 752mm



Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:20	Formato: A3	Date 10/08/2018
UNMSM - FI		Titulo: ESTRUCTURA DE SOPORTE DE MOTORREDUCTOR	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema: Nº Plano: 12





PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Estructura Puerta en ipt	Subensamble
2	1	Estructura soporte motor	Subensamble
3	2	Tope de tapa	TB 50mm x 50mm x 352mm
4	2	Chumacera	Dia Interior 50mm
5	1	Tolva y estructura de soporte	Subensamble
6	1	Motorreductor	-
7	1	Piñon A	Paso 1"
8	1	Piñon B	Paso 1"
9	1	Cadena	Paso 1"

Nota: los diámetros de los piñones dependerán de la velocidad de salida del motorreductor, para obtener 32 RPM, el paso de los piñones y cadena serán de 1". La longitud de la cadena será de acuerdo a la distancia entre piñones y diámetros de los mismos.

Diseñado por: E. Luque	Escala: 1:20	Formato: A3	Date 10/08/2018
 UNMSM - FII		Título: ENSAMBLE COMPLETO DE MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	
		Conjunto: MAQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO	Sistema:  N° Plano: 13